

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Теплоенергетичний факультет

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

До захисту допущено
Завідувач кафедри

О.В. Коваль
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2019 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.050101 “Комп’ютерні науки”

на тему «Створення геоінформаційної бази даних генерального плану студмістечка»

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи ТМ-52

Горбатюк Микола Юрійович

(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис)

Керівник асистент Швайко В. Г.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет теплоенергетичний

Кафедра автоматизації проектування енергетичних процесів і систем

Рівень вищої освіти перший рівень

Напрямок підготовки 6.050101 “Комп’ютерні науки”

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В. Коваль
(підпис)

” ____ ” _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Горбатюка Миколи Юрійовича

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи «Створення геоінформаційної бази даних генерального плану студмістечка»

керівник роботи _____ Швайко Валерій Григорович, асистент
(прізвище, ім’я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від ” ____ ” ____ 201__ р. № ____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____ Геоінформаційна база даних у вигляді файлу формату *.mxd та каталогу з інформацією, а також користувацький додаток для ArcMap. Засоби розробки .NET Framework, C#, ArcObjects SDK. Середовища розробки ArcGIS Desktop, Visual Studio 2015.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Проаналізувати можливості геоінформаційних систем, побудову інженерних мереж. Розробити додаток програмного продукту ArcMap, що дає можливість користувачу побачити частини інженерних мереж, що під’єднані до вибраної будівлі.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

«Стек технологій .NET Framework», «Ієрархія інженерної мережі», «Робота CLR», «Шаблон створення надбудови ArcMap», «Класи просторових об'єктів», «Структура проекту», «Інтерфейс додатку», «Візуалізація ГБД», «Зміна кольору вибірки»

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання ” 1 ” грудня 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Затвердження теми роботи	15.09.2018 – 23.11.2018	
2.	Вивчення та аналіз задачі	21.01.2019 – 17.02.2019	
3.	Розробка архітектури та загальної структури системи	18.02.2019 – 24.03.2019	
4.	Розробка структур окремих підсистем	25.03.2019 – 7.04.2019	
5.	Програмна реалізація системи	8.04.2019 – 14.04.2019	
6.	Оформлення пояснювальної записки	15.04.2019 – 28.04.2019	
7.	Захист програмного продукту	24.05.2019	
8.	Передзахист	30.05.2019	
9.	Захист	20.06.2019	

Студент

(підпис)

Горбатюк М. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Швайко В. Г.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Метою цієї роботи є створення детальної та зручної у використанні геоінформаційної бази даних.

Прототипом для створення ГБД у реальному житті є генеральний план території Національного Технічного Університету України «Київський Політехнічний Інститут». База геоданих містить інформацію про споруди на цій території та різні інженерні мережі. Додатково розроблено надбудову, що спрощує взаємодію зі створеною ГБД.

Загальний обсяг роботи: 51 сторінка, 21 ілюстрація та 14 бібліографічних найменувань.

Ключові слова: геоінформаційна система, генеральний план, інженерні мережі, база геоданих, додаток, надбудова.

ABSTRACT

The purpose of this work is to create a detailed and easy to use geographic information based database.

The prototype for the creation of GDB in real life is the plan of the territory of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". The geodatabase contains information about buildings in this area and various engineering networks. Additionally, an add-in is developed that makes it easier to interact with the created GDB.

Total volume of work: 51 pages, 21 illustrations and 14 references.

Key words: geoinformation system, general plan, engineering networks, geodatabase, application, add-in.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	10
ВСТУП.....	8
1 ЗАДАЧА СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ СТУДМІСТЕЧКА НТУУ «КПІ»	10
1.1 Мета створення геоінформаційної бази даних студмістечка	10
1.2 Вхідні дані	11
1.3 Компоненти системи.....	12
1.4 Потенційні користувачі	12
2 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ТА НАДБУДОВИ	13
2.1 Географічна інформаційна система.....	13
2.1.1 Принципи та функції ГІС	14
2.1.2 Структура ГДБ.....	15
2.1.3 Данні в ГІС.....	16
2.2 Інформаційні системи з просторовою локалізацією даних	18
2.2.1 Статистичні інформаційні системи	19
2.2.2 Регіональна еколого-економічна система.....	20
2.2.3 Загальні характеристики систем з просторовою локалізацією даних	20
2.2.4 ГІС як узагальнена інформаційна система	21
2.3 Інженерні мережі.....	22
2.3.1 ГІС у роботі з інженерними мережами	22
2.3.2 Опис інженерних мереж	23
2.3.3 Аналіз, редагування та візуалізація мережі.....	24
2.3.4 Структура інженерної мережі	26

2.3.5 Трасування інженерних мереж	29
2.4 Висновки	31
3 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ	32
3.1 Комплекс програмного забезпечення ArcGIS	33
3.2 Платформа .NET Framework	37
3.3 Середовище розробки Microsoft Visual Studio	39
3.4 Бібліотеки ArcObjects SDK for .NET	41
3.5 Висновки	44
4 ОПИС РЕАЛІЗАЦІЇ.....	45
4.1 Створення бази геоданих.....	46
4.1.1 Класи просторових об'єктів	46
4.1.2 Класи відношень.....	48
4.2 Створення надбудови.....	49
4.3 Висновки	51
5 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ.....	53
5.1 Робота з базою даних	53
5.2 Робота з надбудовою.....	55
5.3 Висновки	57
6 ВИСНОВОК.....	58
СПИСОК ДЖЕРЕЛ	59
ДОДАТОК 1	61
ДОДАТОК 2	63
ДОДАТОК 3	72

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ГІС	— геоінформаційна система.
ЕОМ	— електронно-обчислювальна машина.
GPS	— Global Positioning System, система глобального позиціонування.
СКБД	— система керування базами даних.
БД	— база даних.
ГБД	— геоінформаційна база даних.
JPEG	— Joint Photographic Experts Group, растровий формат збереження графічної інформації.
TIF	— растровий формат зображень.

ВСТУП

Сучасні тенденції потребують раціонального підходу витрачання енергоресурсів і підвищення енергоефективності. Одним із компонентів будівництва «зеленої економіки» і підготовки стабільного розвитку суспільства є створення і функціонування ієрархічної системи енергетичного менеджменту [1].

Важливим етапом існування енергоменеджменту є формування і формалізація його цілей. Досягнення встановлених цілей з позиції енергоменеджменту в значній мірі залежить від ефективності використання енергетичних ресурсів, енергетичного обладнання, енергетичних мереж і роботи персоналу, що займається сферою енерговикористання.

Основною ціллю енергоменеджменту є досягнення високої енергоефективності господарювання при найкращому використанні людського і ресурсного потенціалу об'єкту діяльності і мінімальному негативному впливу його на оточуюче середовище. Для досягнення цієї цілі необхідна чітка стратегія, тактика, а також конкретна програма дій, що дозволить вирішити проблему, що відділяє існуючу ситуацію від бажаної.

Процесний аспект енергоменеджменту полягає у тому, що спеціально навчені люди досліджують об'єкт діяльності, встановлюють цілі та задачі, забезпечують досягнення цих задач за допомогою планування, впровадження і контролю через ефективне управління енергоресурсами і людьми.

Функціональний аспект енергоменеджменту передбачає виконання наступних функцій у процесі управління енерговикористанням: формування цілей, планування, організацію, координування, облік, впровадження, контроль, аналіз, навчання. За допомогою виконання цих функцій персонал служби енергоменеджменту забезпечує умови та організовує ефективне використання роботи усього персоналу, що

займається обслуговуванням процесів енерговикористання, для досягнення високої енергоефективності, ґрунтуючись на матеріальних і фінансових ресурсах організації, представляє найбільш ефективні припущення для реалізації встановлених цілей.

Наочність та автоматизація спрощує всі процеси, у тому числі і енергоменеджмент. Геоінформаційні системи включають у себе функції і можливості інших різноманітних інформаційних систем для аналізу, моделювання та прийняття рішень.

Швидкий розвиток обчислювальних можливостей сучасних ЕОМ та комп'ютерної графіки сприяв стрімкому розвитку геоінформаційних систем. Створення ГІС було зумовлене великою кількістю інформації, накопиченої за часи праці з топографічною та тематичною картографією, а також успішними спробами автоматизації процесів, пов'язаних з побудовою карт.

Площа території кампусу НТУУ «КПІ» налічує близько 120 гектарів [2]. На цій території розміщується 33 навчальних корпуси та 20 гуртожитків. Ці, а також різні технічні будівлі мають велику кількість комунікацій із системами водопостачання, електропостачання та водовідведення.

Ця розробка може бути корисною різним ремонтним бригадам, енергетикам НТУУ «КПІ» та іншим людям, кому буде корисною інформація про розташування комунікацій на території НТУУ «КПІ».

1 ЗАДАЧА СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ СТУДМІСТЕЧКА НТУУ «КП»

За багато років розвитку люди зрозуміли, що мозок набагато швидше розуміє візуалізовану інформацію, аніж сухі дані у таблиці. Тому і карти представляють собою візуалізацію географічних координат на папері, або ж, у сьогоdnішніх реаліях, екрані комп'ютера чи портативної електроніки, на кшталт смартфона. Завдяки графічному відображенню географічних точок на мапі люди швидше розуміють розташування об'єктів та точніше орієнтуються на місцевості.

У даному розділі розкрита сутність дипломного завдання та обумовлені задачі, що мали бути виконані у процесі виконання. Також описана мета, проблеми її досягнення, вимоги до вихідного програмного продукту.

1.1 Мета створення геоінформаційної бази даних студмістечка

Метою цієї дипломної роботи є відображення будівель НТУУ «КП» та їх комунікацій на карті і можливість зручного перегляду мереж потрібної споруди.

Дана задача обумовлює такі етапи роботи:

- створення геоінформаційної бази даних;
- наповнення розробленої БД інформацією про існуючі будівлі та мережі НТУУ «КП»;
- створення відношень між мережами та будівлями;
- розробка програмного продукту з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом користувача.

Програмний продукт передбачає функціонал для виділення окремих мереж, що з'єднані з певною будівлею. Завдяки йому користувач зможе побачити конкретну ділянку мережі, що під'єднана до окремої будівлі. Програмний продукт повинен:

- ідентифікувати будівлю, що вибрав користувач;
- вивести інформацію щодо вибраної будівлі;
- надати можливість виділити окремі під'єднані мережі;
- дозволити змінювати колір вибірки.

1.2 Вхідні дані

Розроблена геоінформаційна база даних має містити інформацію про розташування будівель та інженерних мереж з прив'язкою до географічних просторових координат. Відповідно, вхідними даними для цієї геоінформаційної бази даних є реальне положення цих об'єктів, що задокументоване у різних технічних картах.

Від користувача не вимагається ніяких додаткових вхідних даних. Достатньо лише відкрити створену БД, вибрати відповідні шари для відображення на карті та користуватись розробленим додатком. Це робить роботу з системою доволі простою та не потребує спеціальних навичок.

Вхідними даними для розробленої надбудови являються координати місцезнаходження курсору у момент натиску лівої клавіші миші користувачем, прапорці, що відповідають за підкреслення відповідної мережі, та колір підкреслення, який користувач може задати власноруч. Усі вибрані зміни відображуються одразу на карті.

Завдяки невеликій кількості вхідної інформації розроблюваний додаток не має викликати дискомфорту у користувача під час його використання.

1.3 Компоненти системи

У даній розробці дипломної роботи можна виділити головні частини, що забезпечують працездатність системи:

- геоінформаційна база даних;
- надбудова для середовища ArcMap.

Розроблена геоінформаційна база даних надає користувачеві інформацію для відображення на карті, у той час як надобудова допомагає зручно її фільтрувати.

Використання створеної БД забезпечується сімейством програм ArcGIS.

1.4 Потенційні користувачі

Система, розроблена у ході виконання цієї бакалаврської дипломної роботи може бути корисна для людей, яким потрібна деталізована інформація щодо споруд НТУУ «КПІ» та відповідних мереж. Система не вимагає у користувача спеціальних навичок володіння ПК, тому може бути використана людиною, що не користується комп'ютерами у повсякденному житті. Необхідна для використання у енергоменеджементі спеціалістами НТУУ «КПІ».

2 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ ТА НАДБУДОВИ

Першочерговою задачею є структуризація даних та створення схеми бажаної геоінформаційної бази даних. Дані отримані з різних технічних, топографічних карт повинні набути деяких властивостей, щоб відображати лінії, полілінії, полігони тощо.

2.1 Географічна інформаційна система

Автоматизація та інформатизація торкнулась багатьох сторін життя суспільства і сьогодні складно назвати хоч якусь сферу діяльності, яка не була б під впливом глобальної комп'ютеризації. В науках про Землю інформаційні технології створили геоінформатику та географічні інформаційні системи (ГІС). У даному контексті слово «географічні» позначає не стільки просторовість або територіальність, як комплексність і системність дослідницького підходу.

Географічна інформаційна система — це програмно-апаратний комплекс, що здатний зберігати та використовувати (відображати, аналізувати, керувати) дані, що описують об'єкти у просторі [3].

Протягом років люди створювали та використовували карти для зручного відображення об'єктів різних типів у вигляді двовимірної проекції. Існуючий на сьогоднішній день обсяг інформації не порівняний з тим, який був отриманий у попередніх століттях. Перша карта зародилась на шматку обпаленої глини і за багато років еволюції людей карти набули великий обсяг деталізації. Розвиток ЕОМ дав можливість створення ГІС, що дозволяють створювати, зберігати, аналізувати та відображати великі обсяги картографічної інформації.

2.1.1 Принципи та функції ГІС

Принципами географічної інформаційної системи є:

- комплексність;
- зв'язаність;
- просторовість.

Під комплексністю мається на увазі те, що геоінформаційна система включає в себе не тільки дані та програмне забезпечення, хоч і те, і інше є важливою складовою. ГІС представляє собою набір апаратного, програмного та інформаційного забезпечення, що керується персоналом.

Зв'язаність обумовлює наявність тісного зв'язку між атрибутивною і просторовою інформацією. Появі ГІС, як окремої області програмного забезпечення сприяло саме те, що у рамках геоінформаційної системи ці два типи були вперше тісно пов'язані. ГІС часто визначають як систему управління базами даних, з розширеними можливостями для створення цифрових карт.

Принцип просторовості пояснює те, що ГІС — це інструмент, що здатен працювати з різноманітними даними, розподіленими у просторі зі своєю системою координат починаючи з колоній мікроорганізмів і закінчуючи цілими планетами. Геоінформаційна система насамперед призначена для роботи з просторовими даними, але водночас надає можливості для роботи з інформацією, що не має просторової прив'язки.

Функціями ГІС являються:

- організація;
- обробка та аналіз;
- візуалізація.

Однією з найважливіших функцій географічних інформаційних систем є організація, структуризація та керування даними. На сьогоднішній день ГІС є потужним і розвинутим інструментом для управління даними використовуючи просторовий принцип.

Географічна інформаційна система повинна вміти не лише відобразити інформацію на карті, але мати можливості для проектування, аналізу та прогнозування на основі вхідних даних. Саме ці можливості описують таку функцію ГІС, як обробка та аналіз.

В першу чергу ГІС використовується для візуального представлення даних, і вона є дуже потужним інструментом у цій сфері. Геоінформаційну систему по праву можна вважати спадкоємцем картографії, від якої ГІС набула таку функцію, як візуалізація. Справедливо можна сказати, що це є найбільш використовувана функція ГІС, і зазвичай використовується першою. Вона дозволяє створювати наочні ілюстративні схеми та карти [3].

2.1.2 Структура ГДБ

База даних представляє собою структурований набір цифрової інформації, що зберігається у такому вигляді, що дає можливості для обробки автоматичними засобами. Головною характерною рисою баз даних є універсальність використання та збереження даних. Це означає, що зміна даних у БД не змушує модифікувати прикладне програмне забезпечення і навпаки.

Бази даних поєднують у собі такі функції:

- цілісність даних;
- повний доступ до інформації;
- створення залежності даних;
- швидкість доступу до інформації.

Для коректної та швидкої взаємодії з базами даних визначено дві концепції:

- система керування базами даних;
- адміністратор бази даних.

СКБД представляє собою програмний комплекс, що надає доступ до бази даних. Будь-яка СКБД може виконувати такі функції:

- створення таблиць і інших елементів БД;
- додавання записів до таблиці;

- редагування записів у таблиці;
- видалення записів, таблиць, інших елементів БД;
- пошук записів.

Система керування базами даних надає повний функціонал доступу до баз даних і спрощує взаємодію з ними. Реляційною базою даних являється БД, що складається з взаємопов'язаних таблиць, кожна з яких містить дані про об'єкти певного типу [4].

Адміністратором бази даних виступає людина або група людей, в чій обов'язки входить слідкувати за станом БД, функціями засобів керування БД та інтерфейсів.

Реляційні бази даних зберігають два типи даних при використанні в географічних інформаційних системах:

- атрибутивні (семантичні);
- графічні.

Семантика — це розділ логіки, присвячений аналізу комплексу зв'язаних між собою понять [5]. Відповідно атрибутивна база даних містить в собі інформацію про наповнення карти та додаткові відомості, що складаються з опису території чи інформації, що описує якісні характеристики об'єктів тощо.

Графічна база даних зберігає в собі графічну або метричну основу карти у цифровому вигляді.

2.1.3 Данні в ГІС

Як було сказано, однією з найважливіших складових ГІС є дані. В загальному випадку вони поділяються на дві групи:

- позиційні (географічні);
- непозиційні (атрибутивні).

Особливість географічних даних полягає у тому, що вони несуть у собі інформацію про положення об'єкта у просторі. Прикладом можуть бути координати місцезонашування якоїсь будівлі.

Атрибутивні дані, на відміну від географічних, не описують, де знаходиться

об'єкт, однак несуть у собі інформацію про властивості даного об'єкта. Прикладом для будівлі, згаданої вище, може бути назва, висота будівлі, кількість дверей тощо.

Дані у ГІС описують реальні об'єкти, такі як дороги, будівлі, водойми, лісні масиви. Реальні об'єкти можна розділити на дві абстрактні категорії:

- дискретні (будівлі, територіальні зони);
- неперервні (рельєф, рівень опадів).

Для відображення цих двох категорій об'єктів використовуються векторні та растрові дані.

Растрові дані зберігаються у вигляді наборів величин, впорядкованих у формі прямокутної сітки. Комірки цієї сітки називаються пікселями. Найпоширенішим способом отримання растрових даних про поверхню Землі є дистанційне зондування, що проводиться за допомогою супутників. Зберігання растрових даних може здійснюватись за допомогою графічних форматів, наприклад TIF або JPEG, або у бінарному вигляді в базах даних.

Векторні дані найчастіше представляються такими типами, як:

- точки;
- полілінії;
- багатокутники (полігони).

Точки використовуються для визначення географічних об'єктів, для яких важливим є місцезнаходження, а не їх форма та розміри. Можливість позначення об'єкта точкою залежить від масштабу карти. У той час як на карті світу міста доцільно позначати точковими об'єктами, то на карті міста саме місто відображається у вигляді множини об'єктів. В ГІС точковий об'єкт зображується у вигляді деякої геометричної фігури невеликих розмірів (квадратик, кружечок, хрестик), або піктограми, що передає тип реального об'єкту.

Полілінії слугують для відображення лінійних об'єктів. Полілінія — це ломана лінія, що складена з відрізків прямих. Полілініями відображаються дороги, залізничні шляхи, річки, вулиці, водопроводи. Допустимість відображення об'єктів полілініями також залежить від масштабу карти. Наприклад, річка у масштабах континенту може

цілком може відображатись лінійним об'єктом, але у масштабах міста вона повинна відображатись нелінійно. Характеристикою даних об'єктів є довжина.

Полігони призначені для позначення майданних об'єктів з чіткими границями. Прикладами можуть виступати озера, парки, будівлі, країни, континенти тощо. Ці об'єкти характеризуються площею та периметром.

В геоінформаційних системах до векторних об'єктів можуть бути прив'язані семантичні дані. Наприклад, на карті територіального зонування до полігонів може бути прив'язана характеристика типу зони. Структуру і типи даних визначає користувач. На основі числових значень, що присвоєні векторним об'єктам на карті, може будуватись тематична карта, на якій ці значення позначені кольорами у відповідності до шкали кольору.

Векторні дані також можуть описувати неперервні поля величин. Поля при цьому відображаються у вигляді ізоліній або контурних ліній. Одним із способів представлення рельєфу є нерегулярна триангуляційна сітка (TIN, Triangulated Irregular Networks). Така сітка формується множиною точок з прив'язаними значеннями (у даному випадку висота). Значення у довільній точці всередині сітки вираховуються шляхом інтерполяції значень у вузлах трикутника, в який попадає ця точка.

Зазвичай векторні дані мають значно менший об'єм, ніж растрові. Їх легко змінювати і проводити над ними бінарні операції. Векторні дані дозволяють проводити різноманітні типи просторового аналізу, наприклад, пошук найкоротшого шляху в дорожній мережі тощо.

2.2 Інформаційні системи з просторовою локалізацією даних

Серед інформаційних систем можна виділити деяку групу, яка пов'язана з обробкою даних, що мають просторову локалізацію.

Просторовою локалізацією даних називається процес співвіднесення різних видів інформації до деякої просторово-визначеної системи. Такою системою може

виступати географічна система координат, декартова система координат, класифікована сукупність територіальних об'єктів тощо [6]. Локалізація може виконуватись шляхом застосування спеціальних класифікаторів або на основі прив'язки до певної вибраної системи координат.

Позиційною є локалізація, що виконується на основі прив'язки точок об'єкта до системи координат. Позиціонуванням називають процес прив'язки точок об'єкта до системи координат. Прикладом може слугувати процес прив'язки об'єктів до координатної сітки при побудові креслень в САПР.

Атрибутивною називається локалізація, що виконується на основі класифікації властивостей об'єкта або його місцезнаходження в заданій системі класифікаторів. Прикладом такого підходу є класифікатори, що застосовуються у офіційній статистиці.

Просторовою локалізацією користуються для аналізу різних типів об'єктів:

- локалізованих (точкових);
- лінійних;
- мережових.

2.2.1 Статистичні інформаційні системи

Серед систем, що працюють з просторово-локалізованими даними найбільш відомими є статистичні інформаційні системи.

Статистичні інформаційні системи (СІС) є частиною і основою державної статистики — однієї з найважливіших ланок у системі регулювання і управління економікою країни. Головними задачами СІС являються:

- збір, обробка і представлення статистичної інформації різним користувачам про діяльність усіх галузей економіки;
- обробка статистичної інформації на основі науково-обґрунтованої статистичної методології;
- контроль і комплексне узгодження статистичних даних на основі галузевих, територіальних, локальних і спеціальних спостережень.

Результатом роботи СІС є інформація, що призначена для підтримки прийняття рішень, тобто для отримання керуючої інформації. Ця інформація призначена для впливу на об'єкт управління.

Просторова локалізація даних забезпечує прив'язку різноманітних економічних показників до об'єктів управління, що мають територіальних характер.

Дані у статистичних інформаційних системах організовані у вигляді атрибутивних таблиць, що містять описову інформацію про кожен із просторових об'єктів. Одним із способів представлення статистичних даних таблиць є ділова графіка.

2.2.2 Регіональна еколого-економічна система

Регіональною еколого-економічною системою (РЕЕС) називають інформаційну систему, що організована на основі стійких управлінських, технічних, економічних, біологічних і зв'язків інших типів між підприємствами, що відносяться до даного регіону.

Метою функціонування РЕЕС є гармонійний розвиток регіону зі збереженням його екологічного балансу. Досягнення цієї мети здійснюється шляхом збору, обробки, збереження і аналізу інформації про еколого-економічну ситуацію в даному регіоні. Таким чином, масштаб дії даної системи обмежується регіоном.

На відміну від згаданої вище статистичної інформаційної системи, в РЕЕС виконується не лише збір та аналіз даних, але і розробка керуючих рішень для гармонізації еколого-економічної ситуації у регіоні.

2.2.3 Загальні характеристики систем з просторовою локалізацією даних

Розглянувши декілька окремих представників класу інформаційних систем з просторовою локалізацією даних можна виділити їхні деякі загальні характеристики:

- автоматизовані інформаційні системи з просторовою локалізацією даних використовуються при обробці інформації про просторові або територіально-розподілені об'єкти, і потребують прив'язки даних до

- території або системи координат;
- інформація про об'єкти, що обробляється у таких системах може приймати такі типи, як точкові (локалізовані в невеликій частині території), лінійні та мережеві;
- основним видом інформації є статистична (таблична) інформація;
- особливістю інформаційних систем з просторовою локалізацією даних є наявність не лише баз даних, але й баз моделей, алгоритмів і програм;
- при організації графічної інформації в автоматизованих інформаційних системах з локалізацією даних використовують механізм шарів, в яких графічна інформація розміщується по заданим тематичним ознакам;
- основним завданням цих систем є аналіз інформації, керування і підтримка прийняття рішень.

Завершенням обробки просторових даних в автоматизованих інформаційних системах з локалізацією даних є проект. Він включає в себе компоненти, такі як представлення, таблиці, шари, композиції, компоновки та програми.

2.2.4 ГІС як узагальнена інформаційна система

Геоінформаційні системи з'явилися як практична потреба узагальнення інформаційних систем з просторовою локалізацією даних на основі інтеграції [6]. Цей підхід дозволяє визначити ГІС як багатоаспектну автоматизовану інтегровану інформаційну систему з просторовою локалізацією даних. ГІС поєднує в собі загальні властивості інформаційних систем цього класу і є розвитком таких систем.

Основою зв'язку між об'єктами ГІС є позиціонування у системі координат земної поверхні. Це дає підстави говорити про те, що основою інтеграції даних в ГІС є географічні координати.

Однією з основних відмінностей ГІС від інших автоматизованих систем з просторовою локалізацією прийнято вважати використання теорії графів для створення топології лінійних і ареальних об'єктів, використання криволінійних систем координат і картографічних проекцій для зв'язку просторових об'єктів з

точками земної поверхні.

2.3 Інженерні мережі

ГІС в сфері інженерних мереж виконують функції проектування, інвентаризації, моделювання, а також інформаційної підтримки експертних оцінок і прийняття рішень. Вони також використовуються для експлуатації інженерних мереж, є інформаційно-довідковими системами. Основні особливості ГІС такого класу:

- наявність моделі мережі з імітацією стану елементів і ділянок мережі;
- наявність геометричного уявлення мережі на плані або карті з розмірними прив'язками, придатне для креслярського уявлення і завдань узгодження;
- наявність атрибутивного опису технічних параметрів елементів мережі;
- опис руху (життєвого циклу) мережі та її елементів;
- наявність коштів документообігу.

2.3.1 ГІС у роботі з інженерними мережами

Крім переваг, притаманних усім автоматизованим систем, таких як електронне подання даних підприємства, централізоване зберігання інформації, робота з багатьма користувачами, складання звітів, ГІС в інженерних мережах надає багато інших можливостей.

Однією з переваг використання ГІС у роботі з інженерними мережами є подання інженерної мережі у вигляді моделі, що дозволяє аналізувати її методами теорії графів. А коли відома топологія мережі і проведені всі топологічні розрахунки, стає можливим проводити вже технологічні розрахунки, такі як розрахунок тиску в трубопроводі або струму короткого замикання, що є, по суті, основною можливістю ГІС в інженерних мережах і відрізняє їх від ГІС інших призначень. По суті ГІС тут швидше одна з важливих складових частин масштабної системи експлуатації на підприємстві.

Геоінформаційні системи також доцільно використовувати з інженерними

мережами через прив'язку до реальної географії — відображення точної топології мережі на плані міста чи місцевості. У той же час, хоч і корисно, але не завжди обов'язково і доцільно дотримуватися точності в заданні геодезичних координат, оскільки для деяких випадків вона не важлива, а детальне промальовування мережі може сильно уповільнити етап розрахунків. Наприклад, повороти і вигини провідників в електричній мережі не впливають на силу струму, що в них протікає. В тепловій мережі навпаки — наявність вигинів задає гідравлічний опір мережі, але його можна врахувати простим завданням параметра.

Також для зручності модель реальної мережі можна узагальнити. Наприклад, можна уявити кілька проводів (трифазної електричної мережі), що йдуть паралельно, однією лінією з заданими певним чином атрибутами. На результатах розрахунку це ніяк не позначиться, проте дозволить істотно підвищити швидкість введення даних. Можна так само узагальнювати деякі ділянки мережі і проводити розрахунки для них як для єдиного цілого.

Робота в таких ГІС може істотно полегшити задачу введення параметрів інженерної мережі, за рахунок того, що вибір необхідних об'єктів відбувається графічно, а не тільки з таблиць БД. Дуже зручно виділяти потрібні ділянки мережі і для всіх відразу ставити однакові значення параметрів (якщо це потрібно), особливо якщо таких ділянок велика кількість.

Також серед зручних інструментів є графічне вказування помилок, отриманих в результаті розрахунків або при введенні атрибутивної інформації, що полегшує знаходження «проблемного місця» в мережі. Наприклад, можна просто підсвітити певним кольором таку ділянку. Так само, спільне графічне відображення вихідних даних і результатів розрахунків підвищує наочність моделі.

2.3.2 Опис інженерних мереж

Інженерна мережа — основний компонент, з яким працюють користувачі при управлінні інженерними та телекомунікаційними мережами в ArcGIS. Разом із заснованою на сервісах трансакційною моделлю, правилами атрибутів,

інструментами редагування і іншими можливостями вона дозволяє користувачам повністю моделювати і аналізувати комплексні мережеві системи водопостачання, газопостачання, електропостачання, телекомунікаційні мережі, систему каналізації, стічних вод тощо.

Управління та аналіз мережевих даних виконується в модулі ArcGIS Utility Network Management extension ArcGIS Enterprise. Модуль дозволяє працювати з усіма можливостями по заснованій на сервісах архітектурі на будь-якому пристрої або додатку з підтримкою веб-сервісів.

Інженерна мережа - це функціонал ArcGIS, призначений для моделювання таких інженерних мереж, як електрика, газ, водопостачання, каналізація та телекомунікації. Вона дозволяє моделювати всі компоненти системи, такі як дроти, труби, клапани, зони, і дозволяє моделювати реальну поведінку об'єктів мережі.

За допомогою інженерної мережі можна робити наступне:

- створювати і редагувати об'єкти, що моделюють кожен тип мережевого обладнання;
- вивчати, як з'єднані об'єкти в мережі;
- виконувати трасування проходження по мережі джерел, таких, як газ, вода або електричний струм;
- створювати робочі види, в яких показано, як все динамічні пристрої мережі налаштовані на даний момент;
- аналізувати, як мережа працює з реальними подіями, наприклад, штормами або виходом з ладу обладнання.

2.3.3 Аналіз, редагування та візуалізація мережі

Інженерна мережа надає вам декілька способів перегляду системи вашої мережі і обладнання:

- перегляд тематичних карт для різних варіантів застосування, наприклад, роботи з клієнтами, збору даних і перевірок в полі або розподілу робіт;
- створювати схеми мережі, що дозволять легко перевіряти зв'язаність мережі

- і створювати логічне уявлення мережі в більш простій умовній формі передачі інформації;
- заглядати всередину складної конструкції пристроїв і ліній, управляти з'єднанням обладнання в ній;
- візуалізовувати обрану зону тиску або мережу за допомогою фільтра відображення.

Для виконання аналізу в ГІС існує безліч розширень з різним функціоналом. Серед них є ArcGIS Utility Network Management extension, що містить набір інструментів трасування і аналізу, які дозволяють виконувати ряд аналітичних робочих процесів:

- виконання інспекції мережі після такої події, як ураган;
- визначення числа споживачів, що мають доступ до джерела, наприклад, можна створити звіт сумарного навантаження для відображення числа клієнтів, що використовують певний контур електричної мережі;
- трасування мережевих об'єктів у напрямку і проти напрямку потоку від заданого місця розташування, що, наприклад, допомагає визначити, які із вентилів потрібно закрити у водопровідній мережі при розриві труб;
- моделювання декількох інженерних систем в одній інженерної мережі і запуск аналізу трасування по всьому, якщо, до прикладу, присутня проблема з електричною мережею і вона може вплинути на роботу інших мереж газо- або водопостачання, то можна виконати трасування по всім системам, побачити, де є проблеми, і прийняти оптимальне рішення, як діяти.

Практично завжди з часом виникає потреба редагування даних мережі, що пов'язані з їх зміною, коригуванням тощо. Для спрощення робочих процесів редагування існує багато стандартних можливостей ArcGIS, що дозволяють зручно виконувати ці операції:

- використання шаблонів для створення колекцій пов'язаного мережевого обладнання за допомогою одного кліка, наприклад, створення опори ЛЕП з прикріпленими трансформаторами;

- кілька редакторів одночасно можуть змінювати і управляти об'єктами в одній інженерній мережі, а потім після завершення роботи об'єднувати зміни;
- правила редагування і перевірка в мережі забезпечують якість даних, запобігаючи появі логічно неправильних даних та зв'язків, як, наприклад, перехідник, що повинен бути приєднаний до труб певного діаметру з обох кінців.

2.3.4 Структура інженерної мережі

Інженерна мережа дозволяє моделювати те, як з'єднані компоненти інженерної системи, розумно обробляти щільні добірки інженерних просторових об'єктів і проводити аналіз трасування мережі з урахуванням ієрархії (Рисунок 2.1).

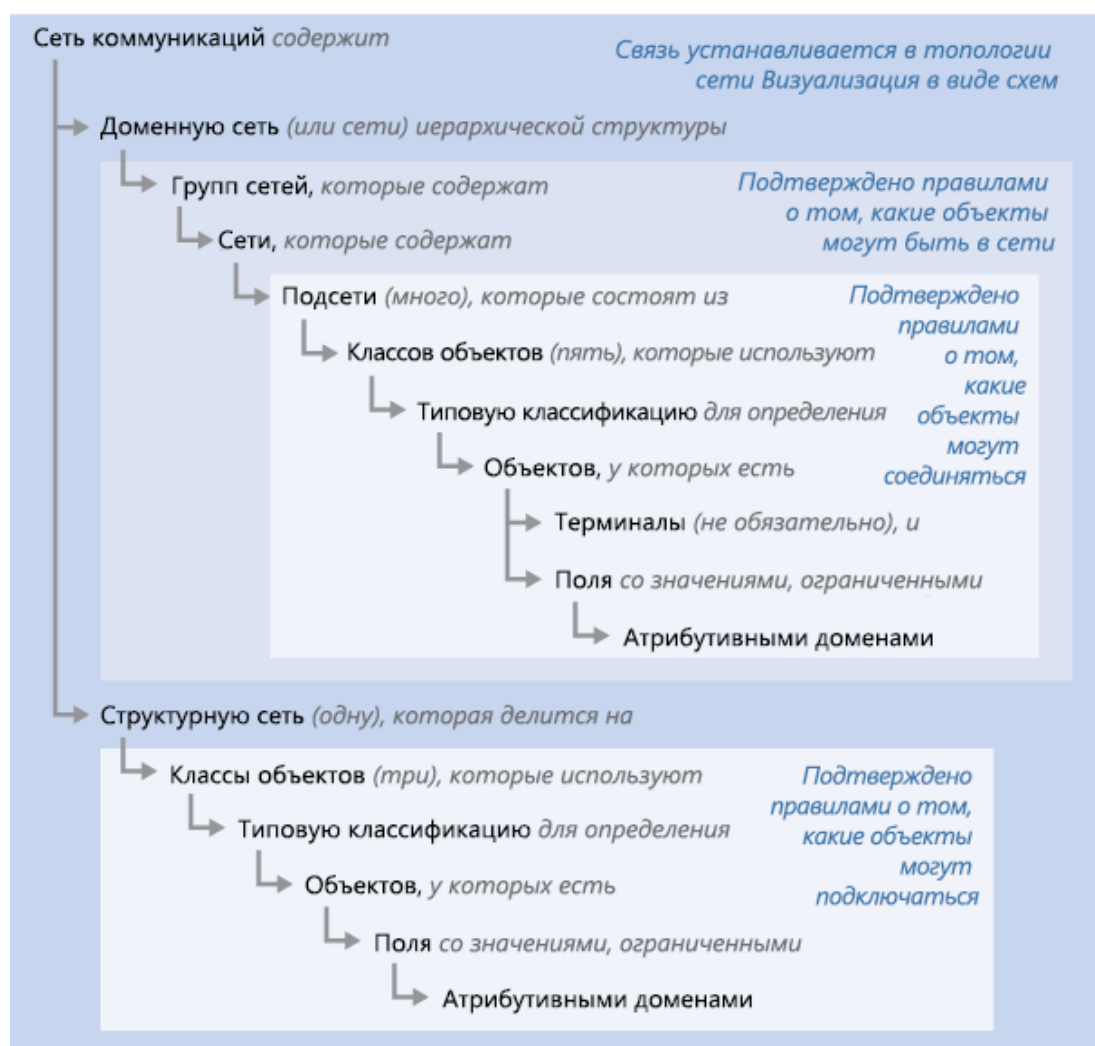


Рисунок 2.1. Ієрархія інженерної мережі

При створенні інженерної мережі створюється попередньо налаштований набір класів просторових об'єктів. Спочатку створюється три класи просторових об'єктів, для моделювання структурних просторових об'єктів, що підтримують різні типи інженерних просторових об'єктів. Всі разом ці класи просторових об'єктів називаються структурною мережею.

Інженерна мережа містить одну або кілька спеціалізованих мереж і одну структурну мережу. Вони складаються з стандартизованих класів, створених під час операції зі створення та додавання спеціалізованої мережі, налаштованої для моделювання кожної системи, що знаходиться в інженерній мережі [10].

У спеціалізованій мережі всі об'єкти спочатку організовані в групи рівнів та рівні. Рівні моделюють ієрархію того, як мережа доставляє ресурси, наприклад, природний газ, електрику або воду. Рівень, як правило, представляє тиск або напруга. Наприклад, електрична мережа може бути розділена на високовольтну, із середньою напругою і споживчу. Деякі види аналізу повинні відбуватися тільки на одному ієрархічному рівні. Крім того, рівень може відображати частини мережі, які можуть бути ізольовані один від одного, наприклад, зони, розділені запірним клапаном в системах з тиском. Рівні дозволяють встановлювати обмеження для допустимих типів об'єктів для кожного рівня, а також задавати діапазон аналізу трасування мереж.

Потік ресурсів в інженерній мережі контролюється пристроями, такими як клапани і вентилі. Розширення доставки ресурсів в заданий момент називається підмережею, що відповідає зоні тиску для газових і водопровідних мереж або мереж для електропостачання. За допомогою інженерної мережі підмережі виявляються на вимогу. Трасування мережі починається з контролера підмережі, що поставляється ресурсу, і триває аж до закриття клапанів, ввімкнення електричних перемикачів або точок споживання.

Всі просторові об'єкти в підмережі згруповані в п'ять класів просторових об'єктів в спеціалізованій мережі. Вони містять просторові об'єкти для ліній підмереж, пристроїв, збірок пристроїв, ліній і з'єднань, де з'єднуються частини мережі. Кожна спеціалізована мережа містить ці п'ять класів об'єктів, які оптимізовані

для високопродуктивного відображення, редагування та аналізу.

При додаванні просторових об'єктів, у вас є розширені можливості визначення того, як пов'язані між собою інженерні об'єкти. При обриві просторового об'єкта або лінії в одному і тому ж місці вони будуть автоматично з'єднані, крім того ви можете задати логічний взаємозв'язок між розташованими окремо один від одного пристроями. Цей тип зв'язності особливо корисний в областях з великою щільністю об'єктів інженерних карт.

Багато ключових інженерних пристроїв укладені в шафи, сховища або двори. З інженерними мережами ви можете згрупувати ці внутрішні просторові об'єкти в просторові об'єкти контейнерів так, щоб на карті відображався контейнер, а не безладні внутрішні просторові об'єкти. Внутрішні просторові об'єкти можуть бути переглянуті на карті за запитом або у вигляді схеми.

Багата система класифікації типів вбудована в інженерні мережі, щоб допомогти відобразити кожен тип інженерного просторового об'єкта. Це виконується за допомогою полів `ASSETGROUP` і `ASSETTYPE` для забезпечення класифікації в класах спеціалізованої мережі з використанням підтипів і призначенням атрибутівних доменів на рівні підтипів. Операції інженерних мереж, такі як визначення правил зв'язності мережі, призначення символів просторовим об'єктам, трасування і багато чого іншого, налаштовуються в класах об'єктів мережі, використовуючи класифікаційну систему. Це дозволяє інженерній мережі визначити низькорівневу класифікацію використовуючи малу кількість класів просторових об'єктів.

Об'єкти пристроїв інженерної мережі можуть мати змодельовані термінали. Термінали можна розмістити на об'єктах пристроїв, коли важливо відстежувати різні порти на пристроях (такі як обслуговування високої і низької сторони). Термінали пристроїв забезпечують більш точне трасування, оскільки можна керувати допустимими шляхами для ресурсу. Можна також визначити, який термінал на пристрої є контролером підмережі. Термінали пристроїв також необхідні для багатьох сторонніх пакетів аналітичного програмного забезпечення.

Інженери мереж часто вважають кращим схематичний вид інженерної мережі для збільшення області перегляду мапи. Можливості схематичного відображення вбудовані в інженерні мережі і називаються схемами.

Інженерні мережі повинні знати, які пристрої підключені до таких структур, як стовпи і сховища. Інженерні мережі дозволяють визначити прикріплення до структури, таким чином є можливість генерувати інвентарний список для територій і підмереж, знаходити виробниче обладнання по структурним ідентифікаторам і приєднувати кілька типів інженерних об'єктів з різних сервісів (наприклад електрику і телекомунікації) до звичайних структур (наприклад до полюса). Користувач визначає правила для об'єктів спеціалізованих мереж, які можуть бути приєднані до структурних об'єктів. Ці прикріплення до структури можуть за запитом бути переглянуті на карті або у вигляді схеми.

2.3.5 Трасування інженерних мереж

Інженерне устаткування населених місць, що являє собою комплекс технічних пристроїв, призначене для забезпечення комфортних умов побуту і трудової діяльності населення, комунальних і промислових підприємств [10]. Інженерне устаткування і благоустрій міст та інших населених пунктів передбачається незалежно від чисельності населення, кліматичних, географічних та інших умов. Воно містить у собі системи водопостачання, каналізації, тепlopостачання, електропостачання, газопостачання, зв'язку, освітлення, санітарного очищення та інших видів благоустрою. Широко застосовуване в даний час трасування магістральних мереж під вулицями викликає значні труднощі:

- розміщення нових підземних інженерних мереж на старих вулицях, вже насичених мережами, неможливе без перебудови існуючих мереж;
- наявність засипаних траншей під проїзними частинами вулиць, через порушення природної структури ґрунту, зменшує термін служби дорожніх покриттів;
- на перехрестях вулиць створюються складні перетинання окремих

- інженерних мереж, що приводить до необхідності влаштовувати дорогі поперечні галереї або передбачати прокладку спеціальних футлярів для майбутніх інженерних мереж;
- постійне насичення забудовуваних вулиць комунікаціями при роздільному методі їхньої прокладки в остаточному підсумку приведе до безсистемного і нерационального їх розміщення і на вулицях нових міст;
 - загострюються протиріччя, що виникають у ході розвитку основних видів міського господарства, транспорту й інженерних мереж;
 - завдаються великі збитки комунальному господарству міст через постійні розкопування і порушення сучасних дорожніх покриттів;
 - проведення ремонтних робіт на мережах дезорганізує рух транспорту, порушує ритмічність перевезення, викликає аварії автомашин;
 - при влаштуванні транспортних тоннелів і підземних пішохідних переходів на перехрестях вулиць створюються великі перешкоди щодо перенесення існуючих інженерних мереж;
 - ускладнюється реконструкція окремих елементів вулиць;
 - скорочуються терміни служби підземних інженерних мереж при проведенні реконструкції вулиць.

Як підземні, так і надземні мережі повинні ретельно погоджуватися з поперечним профілем проєктованих вулиць, із транспортною мережею і внутримікрорайонними мережами. Трасування інженерних мереж треба виконувати з урахуванням структурно-планувальних рішень населених місць, характеру шляхово-транспортної мережі, рельєфу місцевості, наявності й розміщення водопроводів і розташування найбільш великих споживачів води, газу й електроенергії.

Інженерні мережі прокладають переважно по вулицях і дорогах. Для цієї мети в поперечних профілях вулиць і доріг передбачаються місця для укладання мереж різного призначення - горизонтальне зонування. Так, на смузі між червоною лінією і лінією забудови укладаються кабельні мережі (силові, зв'язку, сигналізації, диспетчеризації); під тротуарами - теплові мережі або прохідні канали, газопроводи;

на розділових смугах - водопровід, господарсько-побутова і зливово каналізація. При ширині вулиць у межах червоних ліній 60м і більше прокладку підземних мереж проектують по обидві сторони вулиць.

При підземному укладанні інженерних мереж повинні дотримуватися певні відстані не тільки в горизонтальній, але й у вертикальній площині як між мережами і спорудами, так і між самими мережами - вертикальне зонування.

2.4 Висновки

Геоінформаційні системи надають широкий спектр можливостей оперування та аналізу просторових даних. Це дозволяє використовувати їх у багатьох сферах, де є важливою просторова локалізація певної інформації.

Засоби ГІС дозволяють моделювати поведінку різних мереж при певних розривах, стихійних явищах тощо, що дозволяє передбачити наслідки та запобігти їм, чи розробити аварійний план.

3 ЗАСОБИ РОЗРОБКИ

Робота по завданню поділяється на дві частини:

- розробка геоінформаційної бази даних;
- розробка програмного продукту.

Робота з розробки бази геоданих проводилась з використанням сімейства програм ArcGIS Desktop. Цей комплекс програмного забезпечення надає широкий спектр можливостей для розробки та велику кількість інструментів для спрощення взаємодії з даними.

Кінцева схема роботи, яка була розроблена зображена на рисунку 3.1.

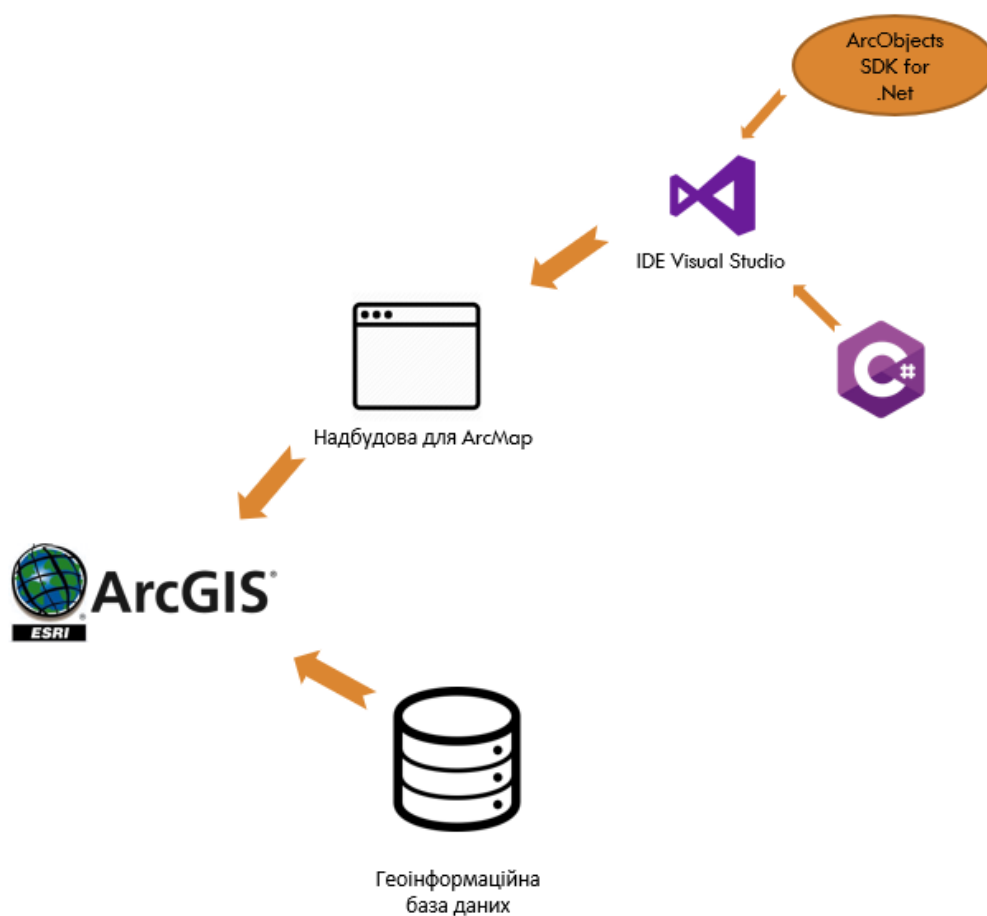


Рисунок 3.1 — Схема роботи системи

3.1 Комплекс програмного забезпечення ArcGIS

У роботі були застосовані додатки, що належать до сімейства програмних продуктів ArcGIS. Серед них такі додатки як:

- додаток ArcMap використовується для відображення і редагування задач, а також для аналізу, заснованого на картах;
- додаток ArcCatalog призначений для зберігання просторових даних, управління базами даних даного проекту і реєстрації та перегляду метаданих.

Компонент ArcCatalog надає інструменти для знаходження, попереднього перегляду, документування, організації географічних даних і створення складних баз геоданих. Цей додаток забезпечує каркас для організації великого і різнотипного зберігання даних ГІС. У ArcCatalog є великий перелік інструментів, що спрощує процес створення особистих баз геоданих, створення або імпорту класів просторових об'єктів та таблиць.

Додаток ArcMap дозволяє створювати карти і працювати з ними. Можливості ArcMap:

- перегляд, редагування і аналіз географічних даних;
- створення запитів просторових даних, щоб знаходити і розуміти відношення між географічними об'єктами;
- створення діаграм та звітів.

Можливості ArcMap також дозволяють створювати карти, які інтегрують дані з великим різноманіттям форматів, включаючи покриття, таблиці, креслення AutoCAD, сітки, мережі нерегулярної триангуляції [3].

Для створення структури бази геоданих використовуються класи просторових об'єктів.

Класи просторових об'єктів — це набір географічних об'єктів із загальним типом геометрії (точки, лінії, полігони), однаковим набором атрибутів і однаковою

просторовою прив'язкою [8].

В базах геоданих взаємопов'язані класи об'єктів часто групують в набори класів об'єктів. Це використовується для створення топологій для керування геометрією об'єктів, побудови геометричних мереж для шару інженерних комунікацій, отримання набору мережових даних для визначення і оптимізації маршрутів.

Існує чотири основних способи створення нового класу просторових об'єктів в базі геоданих:

- за допомогою ArcCatalog або вікна Catalog у програмі ArcMap;
- за допомогою інструменту георозробки «Створити клас просторових об'єктів»;
- зберегти вміст шару карти у ArcMap;
- конвертувати з зовнішнього джерела даних в клас просторових об'єктів бази геоданих (наприклад, конвертація шейп-файла або креслення САПР).

Пустий клас просторових об'єктів можна створити в дереві Каталога. Новий клас просторових об'єктів може бути створений у складі набору класів об'єктів або як автономний клас об'єктів бази геоданих. Вони також можуть бути частиною наступних структур:

- шейп-файлів;
- покриттів;
- даних САПР, SDC, VPF.

При створенні нового класу просторових об'єктів необхідно задати декілька властивостей класу об'єктів, що визначають його структуру.

Ім'я класу просторових об'єктів ж унікальним ідентифікатором, що визначає цей клас просторових об'єктів. Найпоширеніший спосіб іменування класу просторових об'єктів це використання у назві поєднання заголовних і прописних букв або поєднання слів символом підкреслення.

Створюючи клас просторових об'єктів необхідно дати йому назву, що вказує на те, які саме дані зберігаються у цьому класі. Назви класів просторових об'єктів в базі

даних повинні бути унікальними. Не допускається використання однакових імен класів об'єктів в одній базі даних, навіть якщо вони знаходяться у різних наборах класів.

Ім'я класу просторових об'єктів, вказане при створенні в ArcGIS, виглядає інакше при відображенні в базі даних. БД додає до імені класу ім'я схеми, в якій зберігається клас просторових об'єктів. У всіх БД, окрім Oracle, до імені класу також додається ім'я бази даних. Таке ім'я називається повним іменем класу просторових об'єктів. Наприклад, якщо користувач «User» створить клас просторових об'єктів під назвою «FeatureClass» у базі даних «Database», то повне ім'я класу просторових об'єктів буде виглядати як «Database.User.FeatureClass». Відповідно інші користувачі можуть створити у цій БД клас з таким самим іменем «FeatureClass», адже тоді повне ім'я класу просторових об'єктів буде виглядати як «Database.OtherUser.FeatureClass». Але все ж таки не рекомендується використання однакових імен класів, щоб уникнути плутанини. До того ж, немає потреби створювати інший клас, що зберігає ті ж дані, що і перший. Якщо ж дані не збігаються, то це має бути відображено у імені класу.

Додаткові правила іменування:

- імена повинні починатись з літери, а не з цифри чи спеціального символу, такого як зірочка чи знак відсотку;
- імена не повинні містити пробіли;
- імена не повинні містити зарезервовані слова, такі як «select» чи «add»;
- максимальна довжина назви класу просторових об'єктів у файловій базі геоданих дорівнює 160 символам.

Також не підтримуються назви таблиць і класів просторових об'єктів, що починаються з префіксів:

- gdb_;
- sde_;
- delta_.

Починаючи з версії ArcGIS 10 існує можливість перейменування полів в таблицях та класах просторових об'єктів.

Таблиці та класи просторових об'єктів мають таку властивість, як псевдоніми. При створенні класу або таблиці об'єктів в базі геоданих можна одразу присвоїти їм псевдонім. Псевдонім — це альтернативна назва. Якщо присвоїти псевдонім класу чи таблиці просторових об'єктів, то саме ця назва буде відображена у таблиці вмісту ArcMap. Для імен полів існують ті самі обмеження, що для імен класів і таблиці просторових об'єктів. Також неможливо перейменувати наступні поля:

- ObjectID і GlobalID;
- будь-які службові поля Shape;
- поля Enabled, AncillaryRole або поля ваги мережі;
- поля представлення;
- поля, що використовуються для відслідковування редагування;
- поля первинного та зовнішнього ключів у класах відношень;
- поле підтипу;
- поля растру.

Векторні об'єкти бувають різносторонніми і є часто використовуваними географічними типами даних. Вони добре підходять для представлення об'єктів з дискретними границями, таких як вулиці, земельні ділянки тощо. Просторовий об'єкт — це об'єкт, що зберігає своє географічне представлення, яке зазвичай передається у вигляді точки, лінії чи полігона, у якості однієї з властивостей у рядку. В ArcGIS класи просторових даних — це однотипні сукупності об'єктів з однаковим просторовим представленням і набором атрибутів, що зберігаються в таблиці бази даних, наприклад, клас об'єктів, що представляє полігони будівель.

При розробці бази геоданих були застосовані такі типи просторових об'єктів:

- точки;
- лінії;
- полігони.

Точки зазвичай використовуються, коли просторовий об'єкт занадто малий, щоб позначати його полігоном, а також точкові місцезнаходження. Лінії використовуються для відображення форми та місцезнаходження об'єктів, що

занадто вузькі для використання полігонів, такі як мережі водопостачання, електропостачання тощо. Полігони — це набір багатосторонніх об'єктів, що відображають форму і місцезнаходження однорідних типів просторових об'єктів [9].

3.2 Платформа .NET Framework

Платформа .NET Framework — це платформа, розроблена компанією Microsoft. Серед переваг цієї платформи велика кількість підтримуваних мов програмування, але найпопулярнішою вважається мова програмування C#. Завдяки докладній і чіткій документації, а також великої спільноти розробників ця платформа і мови програмування є легкою для сприйняття. В основі структури лежать принципи об'єктно-орієнтованого програмування.

Платформа .NET Framework складається з двох частин — загальномовного виконуючого середовища (Common Language Runtime, CLR) і бібліотеки класів (Framework Class Library, FCL).

Середовище CLR представляє модель програмування, що використовується у всіх типах додатків [11]. Саме CLR диктує правила написання коду і визначає, як ведуть себе типи та об'єкти. Це середовище включає в себе багато власних інструментів:

- диспетчер пам'яті;
- система написання безпечного коду;
- завантажувач файлів;
- пул потоків.

Також важливою частиною платформи є FCL, яка являється об'єктно-орієнтованим API-інтерфейсом, що використовується усіма видами додатків. Саме у цьому компоненті записані визначення типів, що дають можливість розробнику виконувати ввід, вивід інформації, створювати графічні образи, порівнювати символи, значення тощо.

Усього компанією Microsoft було розроблено та предоставлено світу

шістнадцять версій платформи .NET Framework. За цей час стек технологій значно розширився (Рисунок 3.2).

Платформа .NET Framework надає велику кількість готових бібліотек для розробки. Також представлені можливості повторного використання коду, адміністрування, безпеки, керування ресурсами та багато інших.

Завдяки засобам безпеки коду розробник не може залізти у ті комірки пам'яті, що відповідають за роботу системи і у разі втручання це може призвести до некоректної роботи.

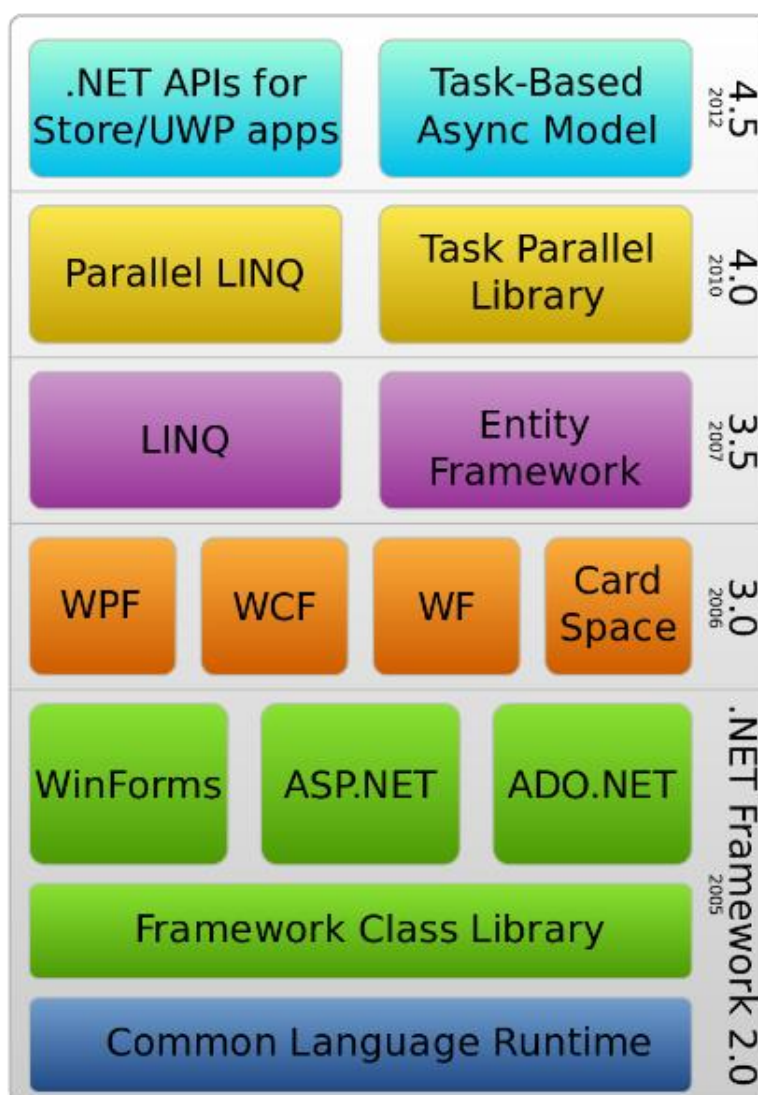


Рисунок 3.2 — Стек технологій .NET Framework

Однією з переваг платформи .NET Framework є саме наявність загальномовного виконавчого середовища CLR. Адже завдяки цій структурі програмувати можна на

будь-якій мові, що має компілятор, який перетворює код певної мови програмування в Intermediate Language код (Рисунок 3.3). Це означає, що клас, написаний на C# може бути унаслідований від класу, що був написаний на мові Visual Basic, і це все буде працювати, адже перетвориться у IL код. При цьому ця мова програмування не може реалізовувати функції, які не передбачені специфікацією CLR. Саме тому класи у мовах програмування, що працюють на платформі .NET Framework не підтримують успадкування більш, ніж від одного класу.

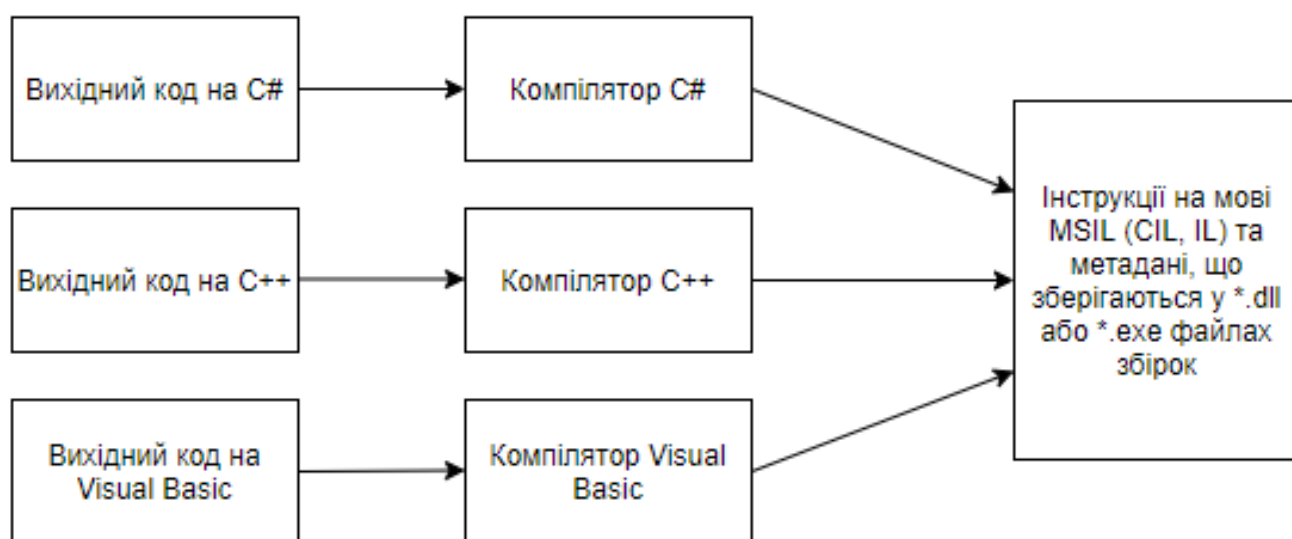


Рисунок 3.3 — Перетворення програмного коду на IL код

Для розробки програмного застосунку було обрано саме .NET Framework та мову програмування C#.

3.3 Середовище розробки Microsoft Visual Studio

Інтегроване середовище розробки Visual Studio — це оригінальне середовище запуску, що дозволяє редагувати, налагоджувати і створювати код, а потім публікувати додатки [13]. Інтегроване середовище розробки (Integrated Development Environment, IDE) — це багатофункціональна програма, яку можна використовувати для різних аспектів розробки програмного забезпечення. На відміну від більшості IDE, що мають лише стандартний текстовий редактор та відлагоджувач, Visual Studio надає розробнику компілятори, засоби виконання коду, графічні конструктори,

графічні редактори та багато інших інструментів, що спрощують розробку програмного забезпечення.

Серед допоміжних функцій Visual Studio є багато корисних, які допомагають не тільки швидше знайти помилку, а й запобігти їй.

Досвідчені користувачі ПК знають, якщо текст у редакторі підкреслюється червоною хвилюю, це означає, що середовище, у якому ви працюєте не може зрозуміти ваш текст. У Visual Studio передбачений такий функціонал, і він спрацьовує, коли середовище розробки не може знайти відповідний екземпляр класу, методу тощо (Рисунок 3.4). Також доступні швидкі рішення проблеми, натиснувши на піктограму лампочки, якщо редактор має здогадки щодо вирішення проблеми.

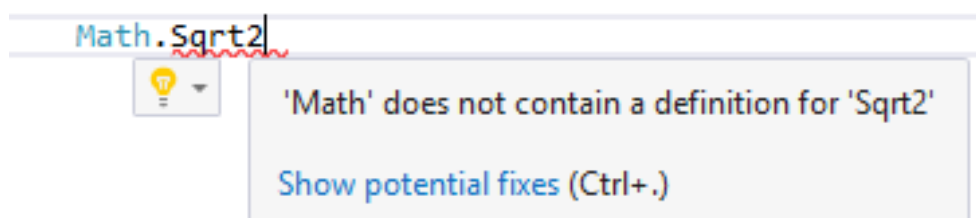


Рисунок 3.4 — Підсвітка помилок у програмному коді

Рефакторинг представляє собою процес такої зміни програмної системи, при якій не змінюється зовнішня поведінка коду, але покращується його внутрішня структура. Це спосіб систематичного упорядковування коду, при якому шанси появи нових помилок зводяться до мінімуму [14]. Середовище Visual Studio пропонує варіанти для кращого написання коду. Натиснувши кнопку (Рисунок 3.5) у контекстному меню дана IDE сама підкаже де та як можна спростити програмний код.

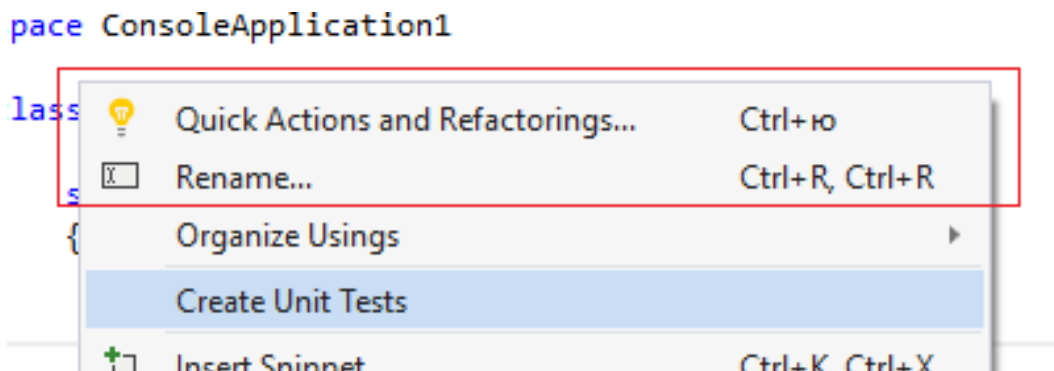


Рисунок 3.5 — Розташування кнопок рефакторингу у контекстному меню

Інструмент IntelliSense представляє собою базову документацію, що

встановлена в редактор. Завдяки цьому інструменту не потрібно довго шукати інформацію деінде. У впливаючому вікні (Рисунок 3.6) відображується список об'єктів, методів тощо та їх опис, набір змінних. Натиснувши клавішу пробілу або «Enter», Visual Studio сама додасть найбільш відповідний варіант продовження, або той, який вибере користувач.

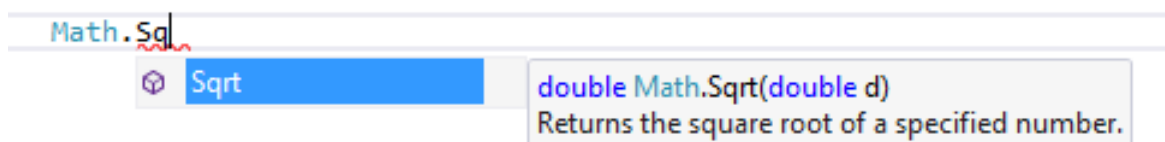


Рисунок 3.6 — Впливаюче вікно IntelliSense

Серед інструментів Visual Studio є ще багато маленьких помічників, що допомагають зробити роботу розробника не такою складною. Вони з'являються та змінюють свій вміст практично після кожного натиску клавіш клавіатури. Проте різні впливаючі вікна не заважають працювати та доволі лаконічно розміщуються у вікні даної IDE.

Серед різних IDE доступних для розробників сьогодні Visual Studio почесно знаходиться серед лідерів не лише на платформі .NET Framework, а й взагалі. До того ж Visual Studio також має засоби для роботи з Java Script та іншими мовами та технологіями.

3.4 Бібліотеки ArcObjects SDK for .NET

Для більшої зручності використання створеної бази даних потрібно написати додаток. Цей додаток повинен бути інтегрований у ArcMap, щоб працювати безпосередно там, де створена карта. Сімейство програмних продуктів ArcGIS, зокрема і ArcMap, мають широкий ряд можливостей для розширення, тому використовуючи платформу .NET Framework і мову C#, але все ж таки враховуючи велику кількість стандартних бібліотек, платформа .NET Framework не розуміє, як «спілкуватись» з невідомими їй додатками. Тому компанії, для підтримки

розширення своїх програмних продуктів розроблюють комплекти розробки програмного забезпечення (Software Development Kit, SDK).

Комплекти розробки програмного забезпечення надають певні бібліотеки для «розуміння» між мовою програмування та певним програмним забезпеченням. SDK зазвичай надаються безкоштовно. Розробники можуть просто завантажити SDK з веб-сайту компанії і негайно розпочати програмувати. Однак, оскільки кожен комплект розробки програмного забезпечення відрізняється, розробникам може знадобитися деякий час, щоб дізнатися, як використовувати новий SDK. Таким чином, більшість сучасних SDK включають велику документацію і мають інтуїтивний інтерфейс програмування, який допомагає стимулювати розробку програм.

ArcObjects — це бібліотека COM-об'єктів, що складають основу ArcGIS. Для роботи з ArcObjects у середовищі розробки .NET створено набір основних збірок (PIA) та бібліотек COM-об'єктів для керування взаємодією між платформою .NET Framework та COM. Комплект розробки програмного забезпечення для розробки за допомогою ArcObjects у .NET допомагає у написанні додатків, надаючи найкращі практики, концептуальну документацію, розділи коду та зразки [11].

Компоненти ArcObjects встановлюються за допомогою ArcGIS Desktop, ArcGIS Engine та ArcGIS for Server і можуть бути використані наступними способами:

- для покращення додатків ArcGIS Desktop;
- для створення окремого картографічного додатку;
- для створення веб-додатків.

Графічні користувальницькі інтерфейси додатків ArcGIS Desktop (GUI) складаються з меню, панелей інструментів і закріплених вікон, які можна налаштувати для виконання щоденних завдань і вимог без написання жодного рядка коду. Зміни конфігурації можуть виконуватися будь-яким користувачем, не вимагають навичок програмування і зберігаються між сеансами програми. Ці завдання виконуються за допомогою перетягування в додатку і не вимагають адміністративних привілеїв. Зміни конфігурації зберігаються разом з документом,

тому, коли документ відкривається, макет графічного інтерфейсу залишається таким, яким його налаштували востаннє.

Додатки ArcGIS Desktop підтримують фіксований набір типів надбудов, включаючи найпопулярніші типи, що використовуються в класичній розширюваній моделі, що заснована на COM, представленої в попередніх версіях ArcGIS. У актуальному випуску підтримуються наступні типи надбудов:

- кнопки та інструменти;
- комбіновані поля;
- меню та контекстні меню;
- мульти-об'єкти;
- панелі інструментів;
- палітри інструментів;
- закріплені вікна;
- розширення додатків;
- розширення редактора.

Для реалізації завдання було обрано використання елементів «інструмент» та «закріплене вікно» (Рисунок 3.7).

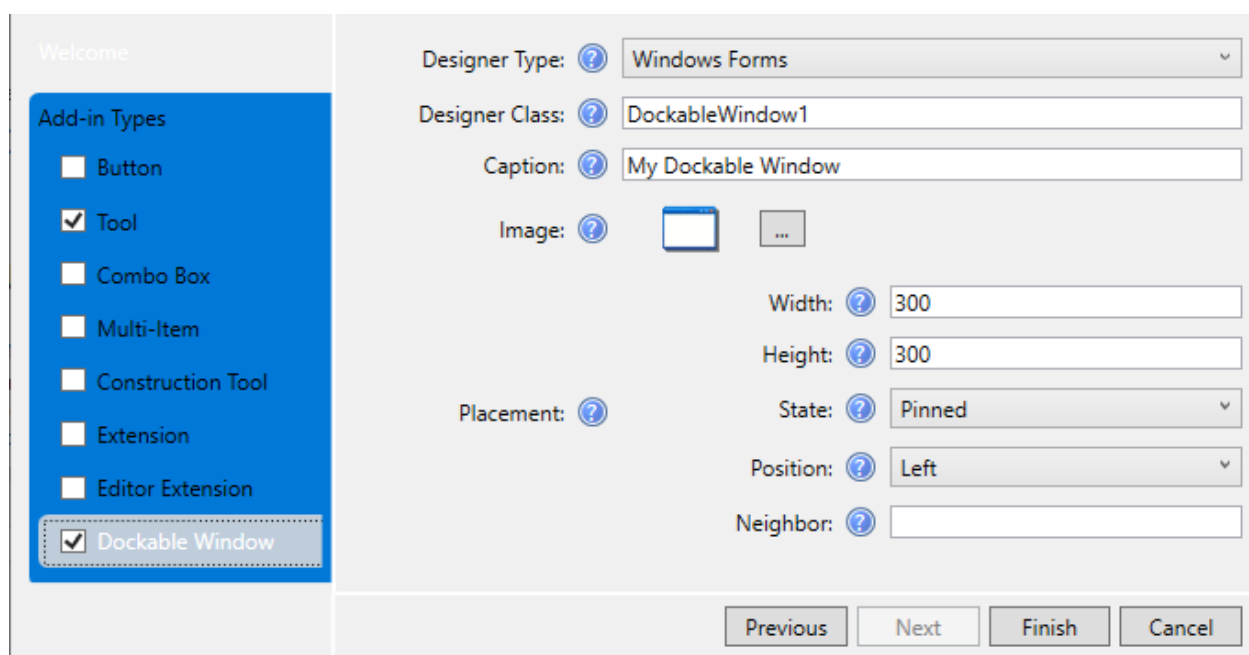


Рисунок 3.7 — Помічник створення надбудови для ArcGIS

Закріплене вікно (Dockable window) у ArcGIS Desktop — це плаваючі або

закріплені вікна, які відображаються в програмах ArcGIS for Desktop, які можна заповнити будь-яким вмістом: діаграми, слайд-шоу, відео, міні-карти або користувацькі діалогові вікна, що містять інші елементи керування - включаючи елементи керування Esri. Розробники надбудови мають значний контроль над тим, де спочатку з'являється відкрите вікно, і чи буде він згрупований з іншими прикріпленими вікнами. Тобто це просто дочірнє вікно у вікні ArcMap.

3.5 Висновки

Для створення геоінформаційної бази даних було обрано одну з найпопулярніших ГІС — ArcGIS Desktop. У неї є широкий вибір можливостей, інструментів, що дозволяє легко маніпулювати географічними даними. Тим часом для розробки було встановлено середовище Microsoft Visual Studio 2015 з інтегрованою платформою розробки .NET Framework 4.6 і мовою програмування C# 6.0. Для використання інструментів для побудови розширень до середовища розробки було встановлено комплект розробки програмного забезпечення із усіма відповідними бібліотеками і шаблонами.

4 ОПИС РЕАЛІЗАЦІЇ

Цей розділ містить детальну інформацію щодо використаних технологій реалізації поставленої задачі побудови геоінформаційної бази даних генерального плану території НТУУ «КПІ» та розробки програмного продукту. Для реалізації даної задачі були використані знання, що були отримані під час аналізу поставленої проблеми. Процес побудови поставленої задачі зображено на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 — Процес створення бази геоданих

4.1 Створення бази геоданих

Головною задачею є створення геоінформаційної бази даних генерального плану території НТУУ «КПІ». Ця задача була реалізована за допомогою програмного комплексу геоінформаційних систем ArcGIS Desktop.

4.1.1 Класи просторових об'єктів

Для збереження інформації у базі геоданих був створений ряд класів просторових об'єктів. Детальна схема зображена на рисунку 4.2. Класи просторових об'єктів містять у собі велику кількість полів для уточнення інформації про об'єкти.

У створеному класі просторових об'єктів будівель були створені поля для збереження інформації про форму будівлі, колір, товщину лінії відображення, площі, периметру і назви конкретної споруди. Після чого цей клас просторових об'єктів був наповнений інформацією з реальним місцерозташуванням усіх будівель НТУУ «КПІ». Для заповнення бази геоданих було проаналізовано та структуровано великий обсяг картографічної інформації, набутої з різних паперових карт та офіційних державних електронних ресурсів.

Подібним чином також були створені створенні інші класи просторових об'єктів, присутні у створеній геоінформаційній базі даних. У контекстному меню набору класів просторових об'єктів, що знаходиться у вкладці Каталог у ArcMap потрібно вибрати пункт «Новий» і відкриється вікно створення нового класу просторових об'єктів (Рисунок 4.3). У цьому вікні можна задати ім'я класу просторових об'єктів, псевдонім і потрібно вибрати тип об'єктів, що буде зберігатись у класі. У цій роботі використовувалось лише три види, зокрема для зберігання інформації щодо інженерних мереж використовувались лінійні об'єкти.



Рисунок 4.2 — Класи просторових об'єктів

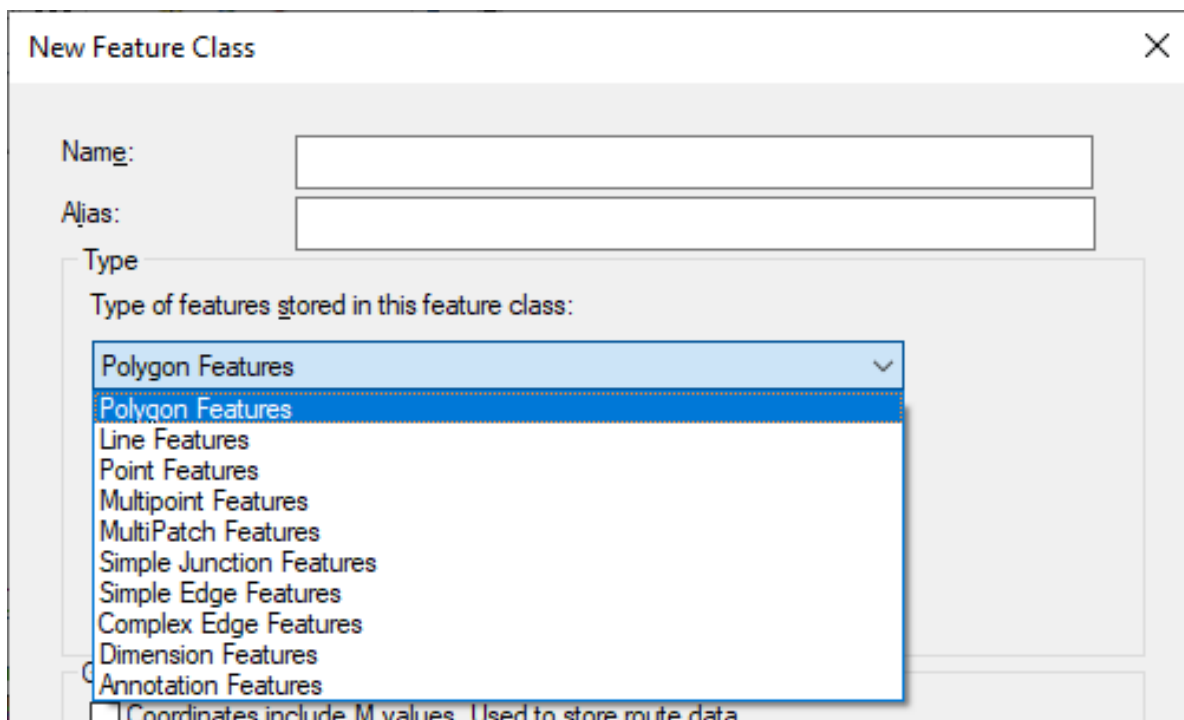


Рисунок 4.3 — Вікно створення класу просторових об’єктів

Усі класи просторових об’єктів інженерних мереж мають ідентичні поля, що включають у себе інформацію для відображення, таку як колір та товщина ліній, а також довжину і поле геометричного типу, що зберігає лінію.

4.1.2 Класи відношень

Невід’ємною частиною реляційних баз даних є можливість налаштування зв’язку між різними таблицями за певними полями та правилами. У базах геоданих це реалізується через окремі структурні елементи — класи відношень.

Для встановлення відповідності між будівлями та лініями інженерних мереж, з якими вони з’єднані, були створені класи відношень між будівлями та кожною з інженерних мереж.

Для створення класу відношень потрібно у контекстному меню набору класів просторових об’єктів, що знаходиться у вкладці Каталог, вибрати пункт «Новий» та, відповідно, клас відношень. При виконанні цих дій буде відкрите вікно помічника для налаштування класу відношень (Рисунок 4.4).

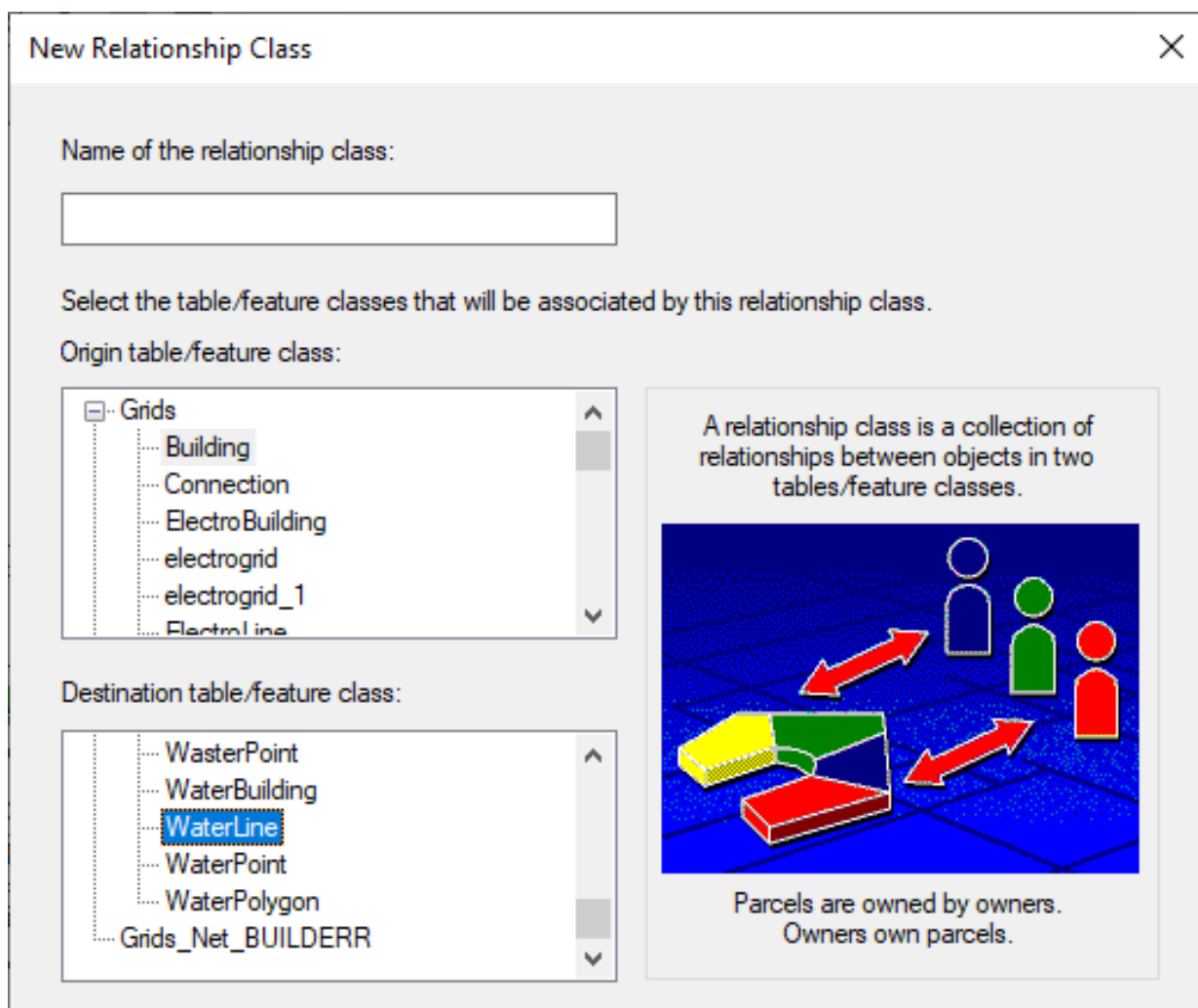


Рисунок 4.4 — Вікно помічника налаштування класу відношень

Дана процедура виконується з кожною інженерною мережею створеної геоінформаційної бази даних. При створенні класу відношень створюється новий клас просторових об'єктів, що об'єднує поля обох вхідних класів. Вся інформація створеного набору класів просторових об'єктів зберігається у файловій базі геоданих.

4.2 Створення надбудови

Задачею роботи надбудови є відображення інженерних мереж, що під'єднані до будівлі, яку вибирає користувач. Для реалізації було створено розширення для ArcMap, що включає в себе інструмент, який ідентифікує будівлю, і вікно, що відображує інформацію про цю будівлю, а також надає можливість вибрати колір відображення вибірки та певну потрібну мережу.

Створений інструмент виконує дві дії — ідентифікацію будівлі на карті серед наявних споруд у створених класах просторових об'єктів та активацію додаткового створеного вікна. Доки розроблений інструмент активний він оброблює подію натиску клавіш комп'ютерної миші по полю карти. Усі натискання окрім лівої клавіші ігноруються.

При натисканні лівої клавіші миші на полі карти інструмент оброблює отримані координати курсору і переводить їх у географічні, відповідно до положення карти у вікні. Далі, використовуючи отримані координати, за допомогою інструментів ArcObjects SDK визначається чи належить ця точка якомусь із полігонів класу просторових об'єктів будівель. Отримана інформація передається до вікна для відображення і керування.

Одними із головних елементів у мові C# є класи. При створенні проекту з шаблоном, що надається з комплекту розробника ArcObjects SDK, автоматично створюється клас інструменту, що успадковується від класу Tool та клас вікна, успадкованого від класу UserControl з бібліотек, наданих комплектом розробки програмного забезпечення для ArcGIS. Також створюються конфігураційні файли, що описують даний проект (Рисунок 4.5). Серед них вказується наявність інструменту, що дозволяє додати його на панель інструментів, адже ArcMap розуміє, що це саме інструмент. Також у ньому описано, що додаток має вікно для відображення.

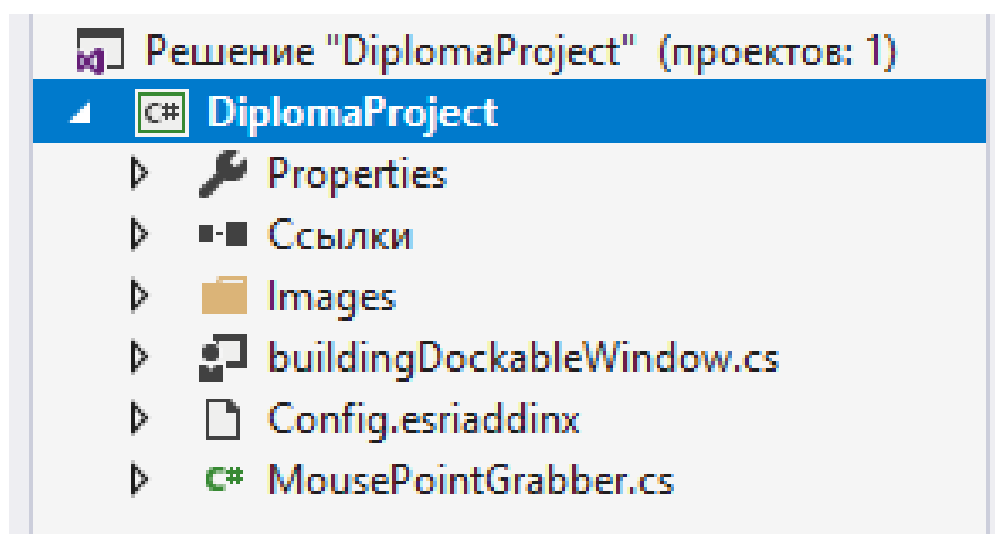


Рисунок 4.5 — Структура створеного проекту

Інтерфейс вікна не передбачає складного великого функціоналу (Рисунок 4.6). На панель винесено декілька прапорців для вибору конкретної інженерної мережі, декілька кнопок для виклику вікна зміни кольору вибірки та рядок для підпису назви будівлі.

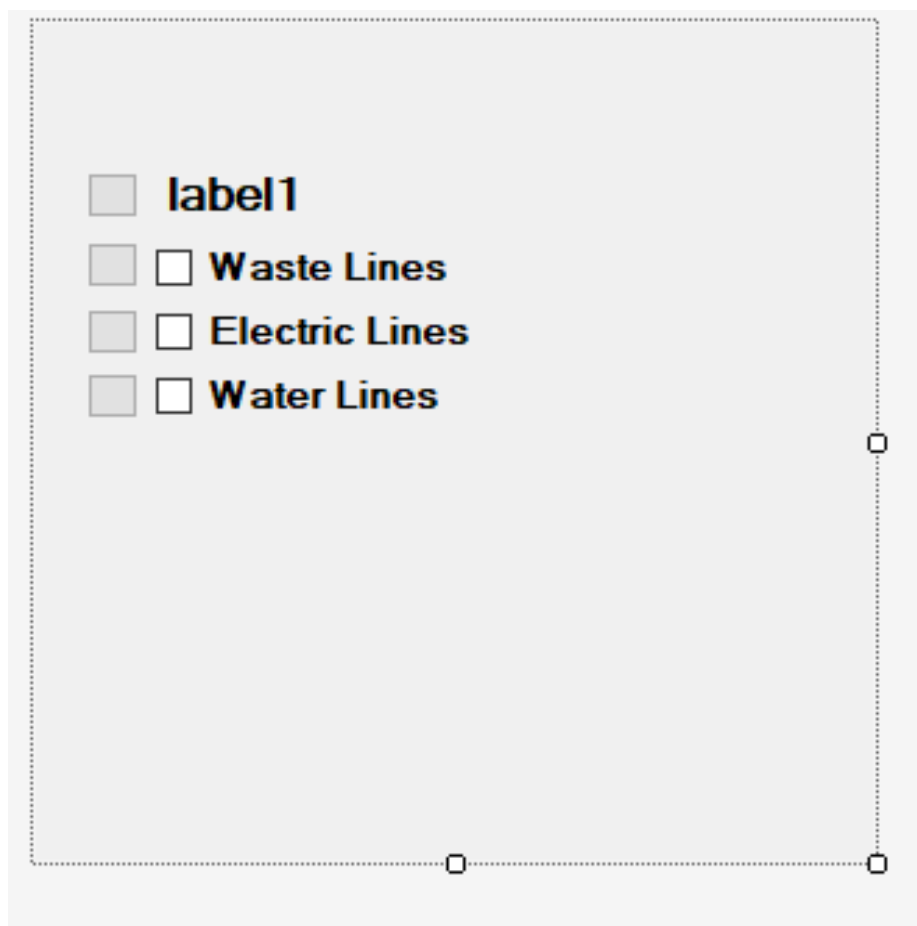


Рисунок 4.6 — Інтерфейс додаткового вікна у конструкторі Visual Studio

При ідентифікуванні об'єкта за допомогою розробленого інструменту, до вікна передається вибраний об'єкт класу просторових об'єктів. Інформація з поля цього об'єкта додається у текстовий рядок. За допомогою зв'язків визначаються елементи мереж, що під'єднані до певної будівлі та підсвічуються.

4.3 Висновки

Завдяки великому обсягу документації від компаній ESRI та Microsoft, що розробили ArcGIS та .NET Framework відповідно, робота над розробкою системи

полегшилась.

Розроблена геоінформаційна база даних має високу точність та деталізацію і може бути надана іншим користувачам.

Створення геоінформаційної бази даних дало мені чіткі уявлення про збереження інформації про просторові об'єкти у базах даних, їх відношення.

Також ознайомившись з комплектом розробки програмного забезпечення ArcObjects SDK я отримав досвід з розробки додатків для сімейства програмних продуктів ArcGIS Desktop з використанням платформи .NET Framework. Цей компонент надає доступ до широкого спектру розширень програмних продуктів ArcGIS.

5 РОБОТА КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ

Геоінформаційна база даних генерального плану студмістечка НТУУ «КПІ» була створена у файловому вигляді. Користувач може використовувати дану ГБД просто отримавши папку з даними цієї бази геоданих та файл *.mxd — файл документу ArcMap.

Для відкриття даної геоінформаційної бази даних користувачеві знадобиться мати встановлений пакет ArcGIS Desktop. Також з його допомогою він зможе робити потрібні йому редагування у цій базі даних.

5.1 Робота з базою даних

Для відкриття створеної геоінформаційної бази даних у програмі ArcMap потрібно вибрати вікно відкриття файлів та вибрати відповідний файл з розширенням .mxd. Після чого користувач зможе побачити шари, які додані до «Таблиці змісту» (Рисунок 5.1).

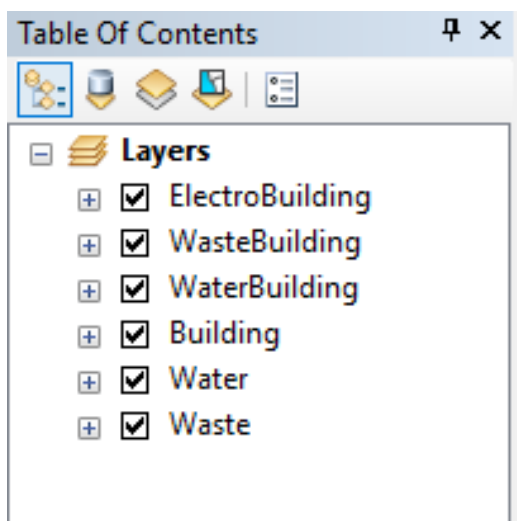


Рисунок 5.1 — Таблиця змісту

Скориставшись прапорцями користувач може обирати, який саме шар має бути відображений на карті. Також через контекстне меню шару (Рисунок 5.2) можна отримати атрибути класів просторових об'єктів, оглянути зв'язки.

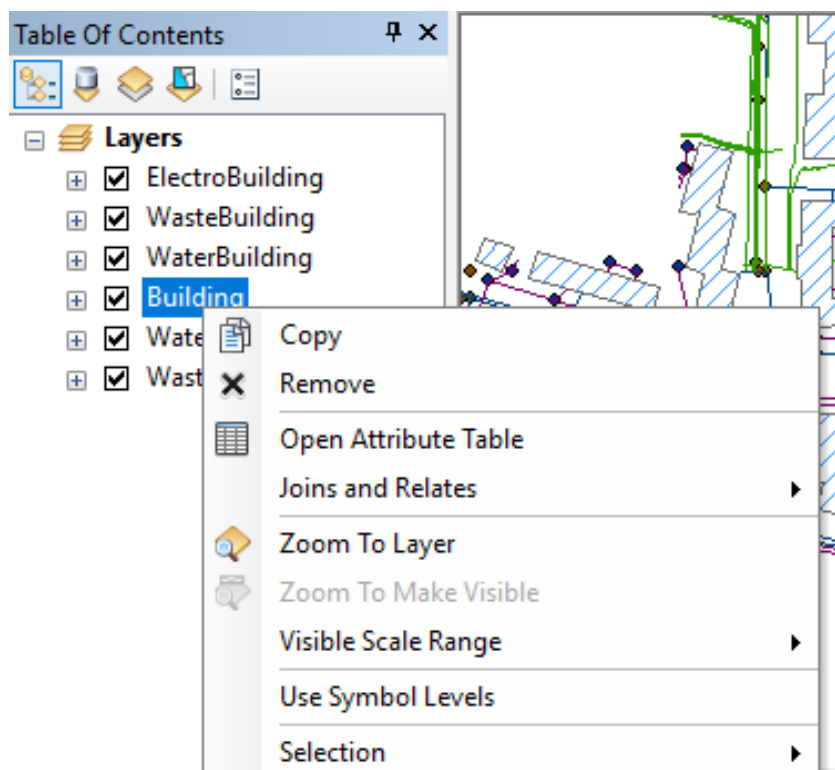


Рисунок 5.2 — Контекстне меню шару

Карта, що використовує створену геоінформаційну базу даних зображена на рисунку 5.3.

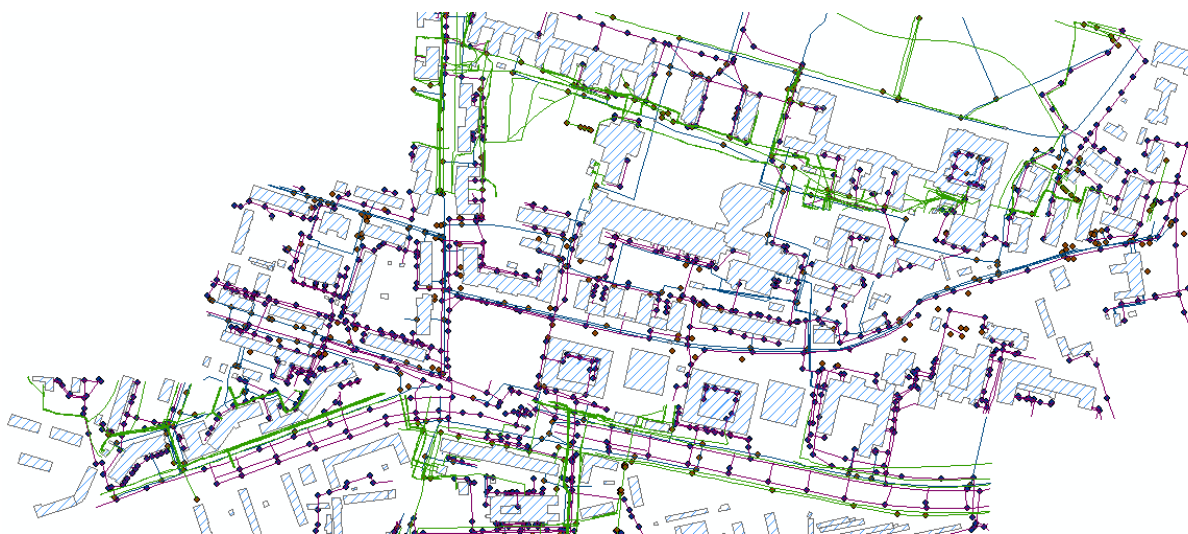


Рисунок 5.3 — Карта, візуалізована з створеної ГБД

5.2 Робота з надбудовою

Перед використанням розробленого додатку необхідно його додати до ArcMap. Створений додаток має розширення .esriAddIn. Для його встановлення потрібно відкрити вікно «Режим кастомізації» у вкладці «Кастомізація» (Рисунок 5.4). У вікні, що відкрилось, натиснути кнопку «Додати з файлу», що знаходиться у нижній частині вікна, та вибрати відповідний файл.

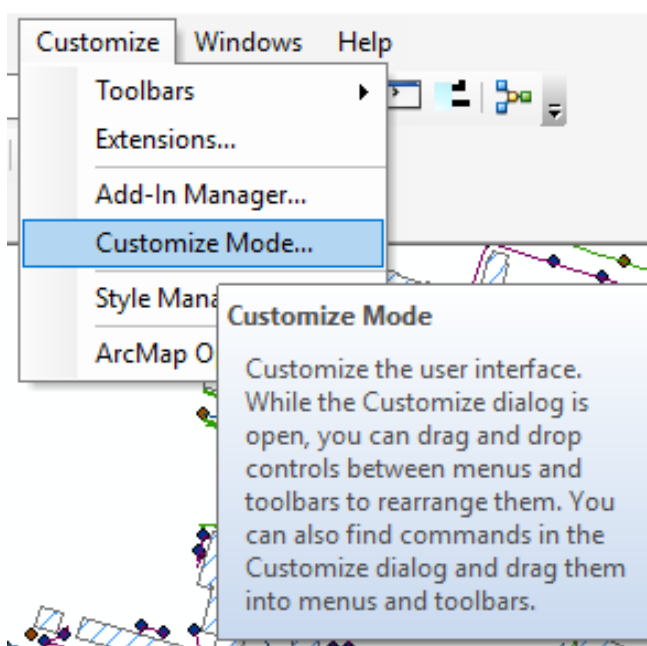


Рисунок 5.4 — Відкриття вікна для встановлення надбудови

У відкритому вікні можна прочитати інформацію про тип та функції надбудови та натиснути кнопку «Встановити надбудову». Після інсталяції буде відображене вікно про результат виконаних дій та, у разі успіху, автоматично буде вибрано встановлену надбудову. Для її використання потрібно перетягнути її з відкритого вікна кастомізації на панель інструментів. Після виконаних дій додаток готовий до використання. Для його активації потрібно натиснути на піктограму додатку на панелі інструментів.

Після активації користувач може натискати курсором по карті за допомогою лівої клавіші миші та вибирати потрібну йому будівлю (Рисунок 5.5). Інформація

щодо вибраної будівлі буде відображена у вікні, що відкриється при активації інструменту.

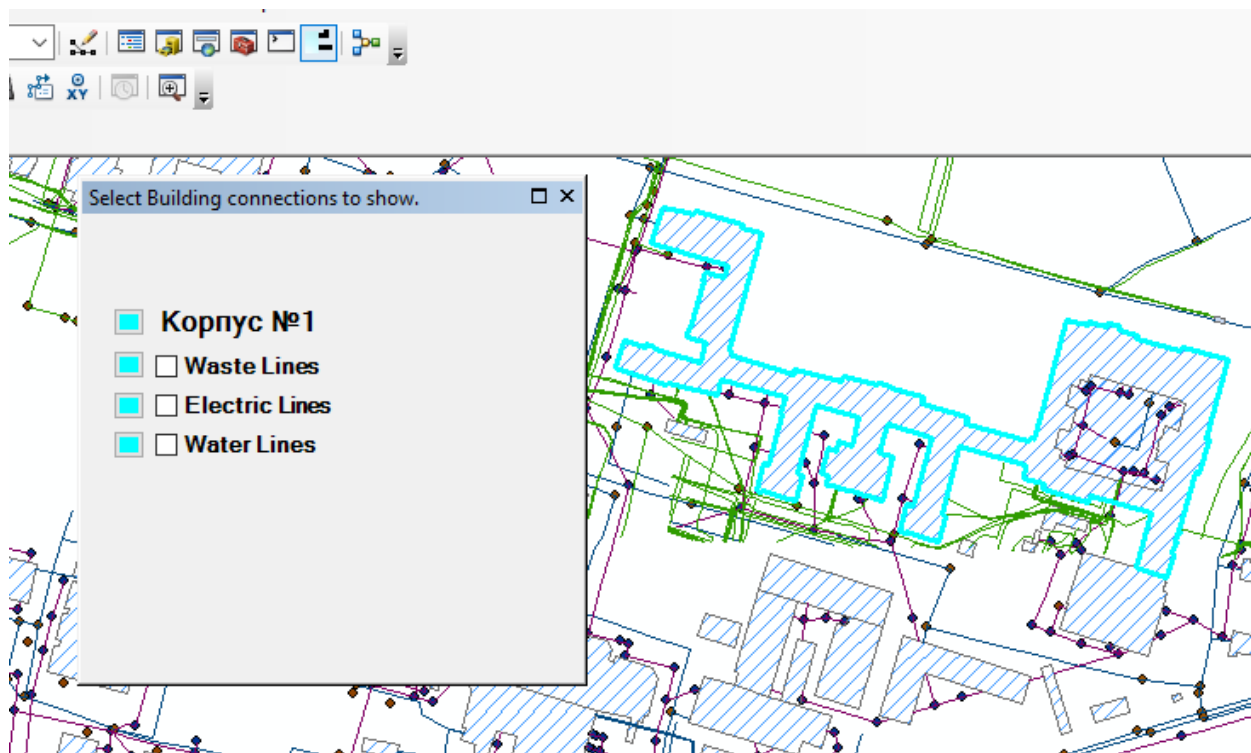


Рисунок 5.5 — Приклад активації надбудови

Для зміни кольору вибірки потрібно натиснути на кнопку поряд з відповідним елементом та обрати потрібний колір (Рисунок 5.6).

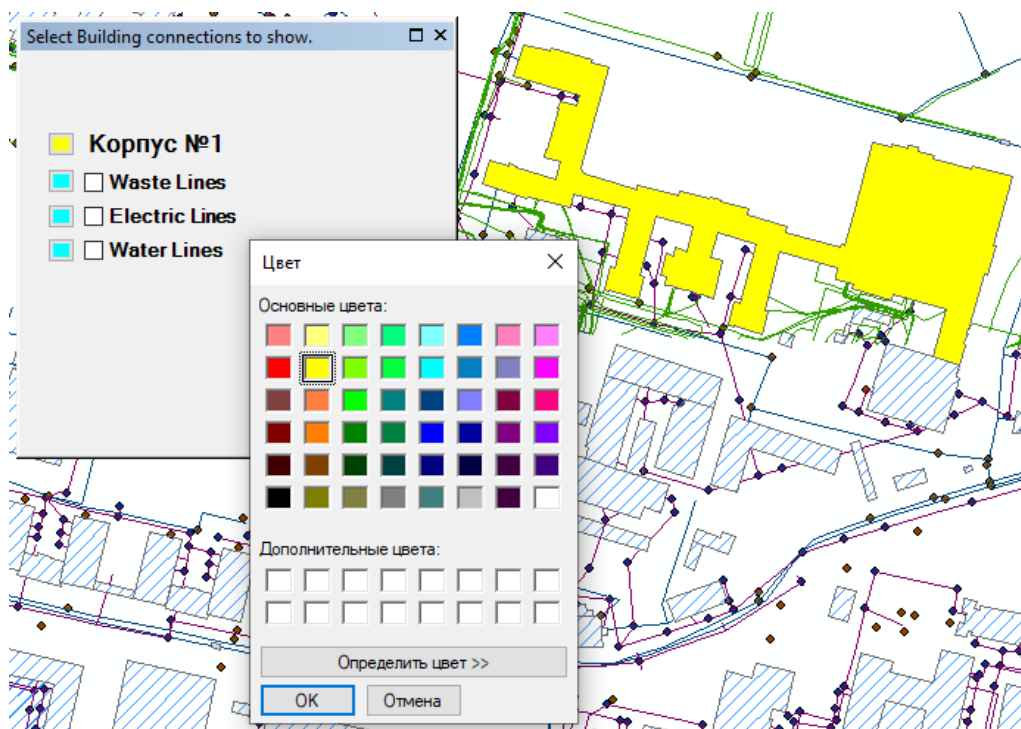


Рисунок 5.6 — Зміна кольору вибірки

Для вибору певної мережі потрібно лише натиснути на прапорець та, за потреби, змінити колір. Результат вибору інженерної мережі для відображення показано на рисунку 5.7.

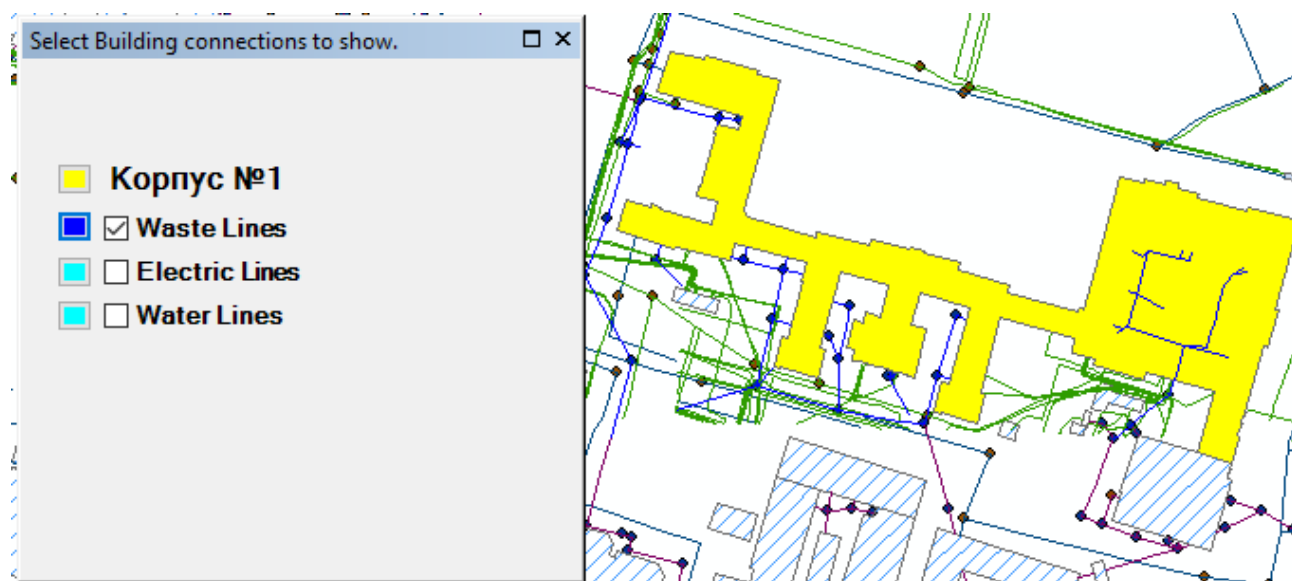


Рисунок 5.7 — Відображення мережі водовідведення корпусу №1 НТУУ «КПІ»

5.3 Висновки

Розроблена система немає функціоналу для складних налаштувань, тому є доволі простою у використанні без спеціальних навичок та досвіду роботи з геоінформаційними системами. Процес інсталяції не займає багато часу.

Попри свою легкість та простоту, розроблена надбудова чудово виділяє потрібні конкретні частини інженерних мереж.

6 ВИСНОВОК

У ході виконаної роботи був отриманий неосяжний досвід роботи з геоінформаційними системами та інженерними мережами. Відповідно до завдання було створено геоінформаційну базу даних, що містить дані про будівлі на території НТУУ «КПІ» та їх опис, інженерні мережі такі, як мережі водопостачання, водовідведення та енергопостачання. Була створена прив'язка будівель до інженерних мереж за допомогою класів відношень.

Невід'ємною частиною роботи було створення додатку для ArcMap, що дозволяє користувачу відокремити частини інженерних мереж, які під'єднані до вибраної ним будівлі. Додаток успішно ідентифікує будівлю, що вибирає користувач та відображає коректну інформацію про вибрану будівлю.

Розробка, що була виконана у ході цієї роботи може бути успішно використана операторами енергоменеджменту НТУУ «КПІ».

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Впровадження систем енергоменеджменту – шлях до створення «зеленої» економіки / Е. І. Іншеков – 2014.
2. Територіальне розміщення університету [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kpi.ua/location>
3. Геоинформационные системы как эффективный инструмент поддержки экологических исследований. / Солнцев Л.А. // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет – 2012. – 54с.
4. Работа с базами данных на языке C#. Технология ADO.NET: Учебное пособие / сост. О. Н. Евсеева, А. Б. Шамшев. // Ульяновск: УЛГТУ – 2009. – 170 с.
5. Философский энциклопедический словарь. / Л. Ф. Ильичёв, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалёв, В. Г. Панов. // Советская энциклопедия. – 1983.
6. Геоинформационные системы. Учебное пособие для вузов / Бугаевский Л. М., Цветков В. Я. – 2000. – 222 с.
7. О форматах географических данных [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/datatypes/about-geographic-data-formats.htm>
8. Классы пространственных объектов. Краткий обзор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/feature-classes/a-quick-tour-of-feature-classes.htm>
9. Определение свойств класса пространственных объектов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/manage-data/feature-classes/defining-feature-class-properties.htm>
10. Міські інженерні мережі: Навч. посібник (для студентів 4, 5, 6 курсів спец. 7.092102 – «Міське будівництво і господарство», 7.120103 – «Містобудування» та напряму 1201 – «Архітектура»). / Деркач І. Л. // Харків: ХНАМГ – 2006. – 97 с.
11. CLR via C#: 4th edition. / J. Richter // Microsoft Press – 2012. — 896 p.
12. ArcObjects Help for .NET developers [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://desktop.arcgis.com/en/arcobjects/latest/net/webframe.htm>

13. Краткое описание для разработчиков Visual Basic - Visual Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/get-started/visual-basic/visual-studio-ide?view=vs-2019>
14. Рефакторинг: улучшение существующего кода. / Фаулер М. // Пер. с англ. СПб: Символ-Плюс – 2003. – 432 с.

ДОДАТОК 1

Геоінформаційна база даних студмістечка НТУУ «КПІ»

Специфікація

УКР.НТУУ"КПІ ім. Ігоря Сікорського"_ТЕФ_АПЕПС_ТМ52124_19Б

Аркушів 2

Київ – 2019

Позначення	Найменування	Примітки
Документація		
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52124_19Б	Записка.docx	Пояснювальна записка
Компоненти		
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52124_19Б 12-1	GenPlanRelation.mxd /GenPlan.gdb/	Модулі геоінформаційної бази даних
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52124_19Б 12-2	DimlomaProject/ buildingDockableWindow.cs DiplomaProject/ MousePointGrabber.cs DiplomaProject/bin/Release/ DiplomaProject.esriAddIn	Модулі додатку ArcMap
УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕ ПС_ТМ52124_19Б 13-1	Опис.docx	Опис серверної частини програми

ДОДАТОК 2

Геоінформаційна база даних студмістечка НТУУ «КПІ»

Текст програми

УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ52124_19Б 12-2

Аркушів 9

Київ – 2019

```

//Mouse coordinates identificator
// mousePointGrabber.cs
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using System.IO;
using ESRI.ArcGIS.esriSystem;
using ESRI.ArcGIS.Framework;
using ESRI.ArcGIS.Desktop.AddIns;
using ESRI.ArcGIS.Carto;
using ESRI.ArcGIS.Geometry;
using ESRI.ArcGIS.Geodatabase;
using ESRI.ArcGIS.ArcMapUI;
namespace DiplomaProject
{
    public class MousePointGrabber : ESRI.ArcGIS.Desktop.AddIns.Tool
    {
        UID dockID = new UIDClass() { Value =
ThisAddIn.IDs.buildingDockableWindow };
        IDockableWindow dockableWindow =
ArcMap.DockableWindowManager.GetDockableWindow(new UIDClass() { Value =
ThisAddIn.IDs.buildingDockableWindow });
        public MousePointGrabber()
        {
        }

        protected override void OnUpdate()
        {
            Enabled = ArcMap.Application != null;
        }

        protected override void OnMouseDown(MouseEventArgs arg)
        {
            buildingDockableWindow.AddinImpl addiN =
AddIn.FromID<buildingDockableWindow.AddinImpl>(ThisAddIn.IDs.buildingDockable
Window);
            buildingDockableWindow myDocWin = addiN.DockWin;

            if (!dockableWindow.IsVisible())
            {
                dockableWindow.Show(true);
            }
            // check for left mouse button
            if (arg.Button != System.Windows.Forms.MouseButtons.Left) return;
            // convert point from 'screen' to 'map' coordinates
            IPoint MouseMapPoint = (ArcMap.Document.FocusMap as
IActiveView).ScreenDisplay.DisplayTransformation.ToMapPoint(arg.X, arg.Y);
            // clear selection first
            ArcMap.Document.FocusMap.ClearSelection();
            // Select using the shape (point) to

```



```

        // select the feature(s) - false to select any intersecting, true
to select just the first
        ArcMap.Document.FocusMap.SelectByShape(MouseMapPoint,
(ArcMap.Application as IMxApplication).SelectionEnvironment, false);
        // get the (now) selected features
        IEnumFeature EnumFeatures =
(IEnumFeature)ArcMap.Document.FocusMap.FeatureSelection;
        IEnumFeatureSetup efs = EnumFeatures as IEnumFeatureSetup;
        efs.AllFields = true;
        IFeature ThisFeature = EnumFeatures.Next();
        IFeature BuildingFound = null;
        while (ThisFeature != null)
        {
            // get the geometry
            IGeometry ThisGeom = ThisFeature.ShapeCopy; // IMPORTANT! USE
SHAPECOPY not SHAPE
            if (ThisGeom.GeometryType ==
esriGeometryType.esriGeometryPolygon)
            {
                // saving feature from polygons
                if (ThisFeature.Class.AliasName == "Building")
                {
                    BuildingFound = ThisFeature;
                }
            }
            ThisFeature = EnumFeatures.Next();
        }
        myDocWin.BuildingFeature = BuildingFound;
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
        base.OnMouseDown(arg);
    }
}
}

//Shows information about building and allows to choose network to show
//Defines interface of window
//buildingDockableWindow.cs
using ESRI.ArcGIS.Carto;
using ESRI.ArcGIS.Display;
using ESRI.ArcGIS.Geodatabase;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
namespace DiplomaProject
{
    /// <summary>

```

```

    /// Designer class of the dockable window add-in. It contains user
    interfaces that make up the dockable window.
    /// </summary>
    public partial class buildingDockableWindow : UserControl
    {
        private IFeature _buildingFeature;
        public IFeature BuildingFeature
        {
            get
            {
                return _buildingFeature;
            }
            set
            {
                _buildingFeature = value;
                waste_chb.Checked = water_chb.Checked = electric_chb.Checked
= false;
                SetBuildingLabel(_buildingFeature);
            }
        }
        private Color WasteColor = Color.Aqua;
        private Color ElectricColor = Color.Aqua;
        private Color WaterColor = Color.Aqua;
        private Color BuildingColor = Color.Aqua;
        public buildingDockableWindow(object hook)
        {
            InitializeComponent();
            this.Hook = hook;
        }

        /// <summary>
        /// Host object of the dockable window
        /// </summary>
        private object Hook
        {
            get;
            set;
        }

        private void SetBuildingLabel(IFeature bFeature)
        {
            string fieldToFind = "тип";
            if (bFeature == null)
            {
                buildingType_label.Text = "Building not found";
            }
            else
            {
                try
                {

```

```

        int fieldNum = bFeature.Fields.FindField(fieldToFind);
        buildingType_label.Text = bFeature.Value[fieldNum];
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}

private void CancelSelection(ILayer Layer)
{
    try
    {
        IFeatureLayer pFeatureLayer = (IFeatureLayer)Layer;
        IFeatureClass pFeatureClass = pFeatureLayer.FeatureClass;
        IFeatureSelection featureSelection = Layer as
IFeatureSelection;
        featureSelection.Clear();
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}

/// <summary>
/// Implementation class of the dockable window add-in. It is
responsible for
/// creating and disposing the user interface class of the dockable
window.
/// </summary>
public class AddinImpl : ESRI.ArcGIS.Desktop.AddIns.DockableWindow
{
    private buildingDockableWindow m_windowUI;
    public buildingDockableWindow DockWin { get { return m_windowUI;
} }

    public AddinImpl()
    {
    }

    protected override IntPtr OnCreateChild()
    {
        m_windowUI = new buildingDockableWindow(this.Hook);
        return m_windowUI.Handle;
    }

    protected override void Dispose(bool disposing)

```

```

        {
            if (m_windowUI != null)
                m_windowUI.Dispose(disposing);

            base.Dispose(disposing);
        }
    }

    private void SelectConnections(ILayer layer, IFeature building)
    {
        try
        {
            int bIDFieldNum =
                _buildingFeature.Fields.FindField("OBJECTID");
            int BuildingID = _buildingFeature.Value[bIDFieldNum];

            IFeatureLayer pFeatureLayer = (IFeatureLayer)layer;
            IFeatureClass pFeatureClass = pFeatureLayer.FeatureClass;
            IQueryFilter queryFilter = new QueryFilter();
            queryFilter.WhereClause = $"OBJECTID_1 = {BuildingID}";
            IFeatureSelection featureSelection = layer as
            IFeatureSelection;
            featureSelection.SelectFeatures(queryFilter,
            esriSelectionResultEnum.esriSelectionResultNew, false);

        }
        catch (Exception ex)
        {
            MessageBox.Show(ex.Message);
        }
    }

    private void SetSelectionColor(ILayer Layer, Color color)
    {
        try
        {
            IFeatureSelection featureSelection = Layer as
            IFeatureSelection;
            IRgbColor newColor = new RgbColor();
            newColor.Red = color.R;
            newColor.Blue = color.B;
            newColor.Green = color.G;
            featureSelection.SelectionColor = newColor;
        }
        catch (Exception ex)
        {
            MessageBox.Show(ex.Message);
        }
    }

```

```

    }

    private ILayer GetLayerByName(string LayerName)
    {
        IEnumLayer enumLayers =
ArcMap.Document.ActiveView.FocusMap.Layers;
        ILayer layer = enumLayers.Next();
        while (layer != null && layer.Name != LayerName)
        {
            layer = enumLayers.Next();
        }
        return layer;
    }

    private void waste_chb_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        ILayer layer = GetLayerByName("WasteBuilding");
        if (layer == null) return;
        if (waste_chb.Checked)
        {
            SelectConnections(layer, _buildingFeature);
            SetSelectionColor(layer, WasteColor);
        }
        else
        {
            CancelSelection(layer);
        }
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }

    private void electric_chb_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        ILayer layer = GetLayerByName("ElectroBuilding");
        if (layer == null) return;
        if (electric_chb.Checked)
        {
            SelectConnections(layer, _buildingFeature);
            SetSelectionColor(layer, ElectricColor);
        }
        else
        {
            CancelSelection(layer);
        }
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }

    private void water_chb_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
    {
        ILayer layer = GetLayerByName("WaterBuilding");
        if (layer == null) return;
    }

```

```

        if (water_chb.Checked)
        {
            SelectConnections(layer, _buildingFeature);
            SetSelectionColor(layer, WaterColor);
        }
        else
        {
            CancelSelection(layer);
        }
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }

    private void wasteColor_btn_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        ColorDialog CD = new ColorDialog();
        if (CD.ShowDialog() != DialogResult.OK) return;
        WasteColor = CD.Color;
        wasteColor_btn.BackColor = wasteColor_btn.ForeColor = CD.Color;
        ILayer layer = GetLayerByName("WasteBuilding");
        SetSelectionColor(layer, WasteColor);
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }

    private void electricColor_btn_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        ColorDialog CD = new ColorDialog();
        if (CD.ShowDialog() != DialogResult.OK) return;
        ElectricColor = CD.Color;
        electricColor_btn.BackColor = electricColor_btn.ForeColor =
CD.Color;
        ILayer layer = GetLayerByName("ElectricBuilding");
        SetSelectionColor(layer, ElectricColor);
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }

    private void waterColor_btn_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        ColorDialog CD = new ColorDialog();
        if (CD.ShowDialog() != DialogResult.OK) return;
        WaterColor = CD.Color;
        waterColor_btn.BackColor = waterColor_btn.ForeColor = CD.Color;
        ILayer layer = GetLayerByName("WaterBuilding");
        SetSelectionColor(layer, WaterColor);
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }

    private void buildingDockableWindow_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        buildingType_label.Text = "Виберіть будівлю";
        wasteColor_btn.BackColor = wasteColor_btn.ForeColor = WasteColor;
    }

```

```

        electricColor_btn.BackColor = electricColor_btn.ForeColor =
ElectricColor;
        waterColor_btn.BackColor = waterColor_btn.ForeColor = WaterColor;
        buildingColor_btn.BackColor = buildingColor_btn.ForeColor =
BuildingColor;
    }

    private void buildingColor_btn_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        ColorDialog CD = new ColorDialog();
        if (CD.ShowDialog() != DialogResult.OK) return;
        BuildingColor = CD.Color;
        buildingColor_btn.BackColor = buildingColor_btn.ForeColor =
CD.Color;
        SetSelectionColor(GetLayerByName("Building"), BuildingColor);
        ArcMap.Document.ActiveView.Refresh();
    }
}

```

ДОДАТОК 3

Геоінформаційна база даних студмістечка НТУУ «КПІ»

Опис програми

УКР.НТУУ«КПІ ім. Ігоря Сікорського»_ТЕФ_АПЕПС_ТМ52124_19Б 13-1

Аркушів 8

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Додаток надає можливість користувачеві відділити інженерні мережі певної будівлі, яку він обирає.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє вибрати будівлю, отримати інформацію про неї, вибрати ті інженерні мережі, які саме потрібні для відображення та дає можливість змінити колір цієї мережі.

Додаток для програмного продукту ArcMap розроблено за допомогою .NET Framework у парі з ArcObjects SDK, та мови програмування C#.

ЗМІСТ

1. Загальні відомості	4
2. Функціональне призначення	5
3. Опис логічної структури.....	6
4. Використовувані технічні засоби	7
5. Вхідні і вихідні дані	8

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Відповідно до назви дипломної роботи, розроблений продукт є геоінформаційною базою даних, що містить дані про розміщення будівель на території НТУУ «КПІ» та інженерних мереж. Також для спрощення взаємодії розроблено додаток для ArcMap.

Користувач для роботи з базою геоданих повинен мати встановлений програмний комплекс ArcGIS.

Для використання додатку потрібно лише встановити розроблений додаток у ArcMap, не потрібно ніяких втручань, що потребують знань програмування.

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ

Розроблений програмний засіб покликаний вирішити задачу ручного вибору елементів інженерних мереж, щоб спростити роботу зі зв'язаними даними. Це було реалізовано за допомогою кількох функцій системи, а саме:

- створення класів відношень у геоінформаційній базі даних;
- визначення положення курсору у момент натиску миші;
- переведення координат миші у координати карти;
- пошук полігону будівлі, якій належать визначені координати;
- визначення елементів інженерних мереж, які під'єднані до будівлі за допомогою класів відношень, створених у базі геоданих.

ОПИС ЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Загальний принцип роботи додатку такий:

- 1) користувач змінює відкриває створену геоінформаційну базу даних студмістечка;
- 2) користувач вибирає на панелі інструментів розроблений інструмент;
- 3) після натиску миші обирається полігон будівлі, якщо такий наявний у вибраному місці на карті;
- 4) вікно отримує вибраний об'єкт та змінює інформацію, що відображується;
- 5) користувач обирає певну інженерну мережу;
- 6) вибрана мережа підсвічується на карті.

Компонент «Вікно» отримує повний об'єкт, що зберігає у собі інформацію про вибрану будівлю. Цей об'єкт містить дані про форму, положення, назву будівлі, її ідентифікаційний номер тощо. За її номером визначаються інженерні мережі, що мають підключення з цією будівлею. Додаток визначає в ArcMap список об'єктів, котрі мають бути вибрані.

ВИКОРИСТОВУВАНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Для користування геоінформаційною базою даних користувачеві потрібен встановлений програмний комплекс ArcGIS. Додаток розроблений саме для частини цього програмного комплексу — ArcMap.

Користувач не обтяжений встановленням окремих програмних засобів та інструментів, які потребують спеціальних навичок.

ВХІДНІ І ВИХІДНІ ДАНІ

Вхідними даними є:

- геоінформаційна база даних території студмістечка НТУУ «КПІ»;
- натиск лівої клавіші миші на карті;
- прапорці та колір, обрані користувачем.

Вихідними даними є:

- інформація про назву будівлі;
- графічне відображення вибраних інженерних мереж.